

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

JULIANO PELIZZA

**QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO PALOMAS E RIO AZUL NO MUNICÍPIO
DE BARRA DO RIO AZUL - RS**

CAÇAPAVA DO SUL

2024

JULIANO PELIZZA

**QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO PALOMAS E RIO AZUL NO MUNICÍPIO
DE BARRA DO RIO AZUL - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Pampa como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Orientadora: Profa. Dra. Mayara Bitencourt Leão

Coorientador: Eng. Guilherme Pacheco Casa Nova

CAÇAPAVA DO SUL

2024

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais).

PJ94aa Pelizza, Juliano

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO PALOMAS E RIO AZUL NO
MUNICÍPIO DE BARRA DO RIO AZUL - RS / Juliano Pelizza.

78 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, ENGENHARIA AMBIENTAL E SANITÁRIA, 2024.

"Orientação: Mayara Bitencourt Leão ".

1. Barra do Rio Azul - RS. 2. Análise de água. 3. Qualidade
de água . 4. IQA. I. Título.

JULIANO PELIZZA

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA NO RIO PALOMAS E RIO AZUL
NO MUNICÍPIO DE BARRA DO RIO AZUL - RS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária da Universidade Federal do Pampa, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Engenharia Ambiental e Sanitária.

Banca examinadora:

Profa. Dra. Mayara Bitencourt Leão
Orientadora
Unipampa

Profa. Dra. Caroline wagner
Unipampa

Prof. Me. Paulo Castro Cardoso da Rosa
Unipampa



Assinado eletronicamente por **PAULO CASTRO CARDOSO DA ROSA, PROFESSOR MAGISTERIO SUPERIOR - SUBSTITUTO**, em 12/07/2024, às 14:23, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **CAROLINE WAGNER, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 12/07/2024, às 15:17, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



Assinado eletronicamente por **MAYARA BITENCOURT LEO, PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 12/07/2024, às 17:32, conforme horário oficial de Brasília, de acordo com as normativas legais aplicáveis.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.unipampa.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1489288** e o código CRC **71535E5**.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus por me guiar nos desafios perante o curso de formação. Agradecer a mim mesmo por aguentar neste caos em Caçapava do Sul, onde “judas perdeu as botas” e acharam na Universidade, não me perguntem como vim parar aqui, porque em 5 anos meus neurônios fritaram, as farmácias enriqueceram de tanto remédio que tomei, não estou louco, mas sim adquiri experiência para minha formação.

Aos meus pais, por estarem sempre me incentivando e apoiando desde nos momentos de derrotas e vitórias até chegar nesta etapa final que é a conquista de conclusão do curso acadêmico.

Agradeço ao técnico de laboratório Guilherme Casa Nova, o cara mais gente boa dessa faculdade, o sujeito que me ensinou a ter resiliência, me mostrou que não há caminho, o caminho se faz ao caminhar e que é possível vencer as dificuldades quando se tem motivação.

Quero agradecer à orientadora, Mayara Bitencourt Leão, pela excelente contribuição, fazendo minhas ideias fluírem a cada encontro, mostrando seu profissionalismo perante o tema abordado e me fazendo repensar: “não deixar pra amanhã o que você pode fazer hoje”.

RESUMO

A qualidade da água é influenciada por fenômenos naturais e principalmente por atividades antrópicas, estando associado ao uso e a ocupação do solo na bacia hidrográfica. Baseado nisso, este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade das águas do rio Palomas e do rio Azul, no município de Barra do Rio Azul - RS. Realizaram-se 4 coletas, nos meses de janeiro, março, maio e agosto de 2023, e as análises foram executadas nos laboratórios do Centro de Ciência e Tecnologia Ambiental (CCTA) da Universidade Federal do Pampa (Unipampa), Campus Caçapava do Sul. As amostras de água foram coletadas em 5 pontos, sendo que o ponto 1 (PT1) está localizado no encontro dos rios Palomas e Azul, o ponto 2 (PT2) e o ponto 4 (PT4) estão situados no rio Palomas, o ponto 3 (PT3) está localizado no rio Azul e o ponto 5 (PT5) na barragem de captação de água no rio Palomas. Analisaram-se os seguintes parâmetros para fins do índice de qualidade de água (IQA): temperatura, pH, oxigênio dissolvido, turbidez, sólidos totais, demanda biológica de oxigênio, coliformes termotolerantes, nitrato e fósforo total. Também foram analisados os parâmetros: coliformes totais, condutividade elétrica, cor, alcalinidade, dureza e ferro para complementar a avaliação da qualidade das águas. Pela análise do IQA, o PT1 foi classificado como ruim, e os pontos PT2, PT3, PT4 e PT5 apresentaram um IQA classificado como razoável. Através das análises complementares verificou-se que quimicamente essas águas se enquadrariam nas classes 1 ou 2, porém, devido aos resultados das análises bacteriológicas, as águas acabaram se enquadrando nas classes 2, 3 ou 4, conforme estabelecido na Resolução CONAMA 357/2005. Esse trabalho possibilitou avaliar a qualidade das águas desses rios, evidenciar os pontos críticos e enquadrar as águas de acordo com a legislação vigente, destacando a influência populacional na qualidade das águas estudadas.

Palavras-chaves: Índice de qualidade de água (IQA), Barra do Rio Azul, Rio Azul, Rio Palomas.

ABSTRACT

The water quality results from natural phenomena and mainly from human activities, reflecting the use and occupation of soil in the river basin. Based on this, this work aimed to evaluate the quality of the waters of the Palomas river and Azul river, in the municipality of Barra do Rio Azul - RS. Four collections were carried out in the months of January, March, May, and August 2023 and the analyzes were carried out in the laboratories of the Environmental Science and Technology Center (ESCT) of the Federal University of Pampa (Unipampa), Campus Caçapava do Sul. The water samples at 5 points, with point 1 (PT1) being located at the meeting of the Palomas and Azul rivers, point 2 (PT2) and point 4 (PT4) are located on the Palomas river, point 3 (PT3) is located on the Azul River and point 5 (PT5) on the water intake dam on the Palomas River. The following parameters were analyzed for the purposes of the water quality index (WQI): temperature, pH, dissolved oxygen, turbidity, total solids, biological oxygen demand, thermotolerant coliforms, nitrate and total phosphorus. The following parameters were also analyzed: total coliforms, electrical conductivity, color, alkalinity, hardness and iron to complement the assessment of water quality. Based on the WQI analysis, PT1 was classified as poor and points PT2, PT3, PT4 and PT5 presented a WQI classified as reasonable. Through complementary analyzes it was found that these waters fall into classes 1 or 2, however, due to the results of the bacteriological analyzes, the waters ended up falling into classes 2, 3, or 4 as established in CONAMA Resolution 357/2005. This work made it possible to evaluate the water quality of these rivers, highlight critical points and classify the waters in accordance with current legislation, highlighting the influence of the population on the quality of the waters studied.

Keywords: Water quality index (WQI), Barra do Rio Azul, River Azul, River Palomas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Precipitação anual na região de Barra do Rio Azul - RS.....	28
Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo.....	32
Figura 3 - Pontos de coleta na área de estudo.....	33
Figura 4 - Aparelho pHmetro modelo Alfakit AT 355.....	35
Figura 5 - Aparelho turbidímetro modelo HACH 2100.....	37
Figura 6 - Aparelho oxímetro portátil modelo JPB-70A.....	37
Figura 7 - Curva de calibração para determinação de nitrato.....	38
Figura 8 - Equipamento espectrofotômetro modelo BEL 2000 UV.....	39
Figura 9 - Curva de calibração para determinação de fósforo.....	40
Figura 10 - Aparelho condutivímetro modelo Gehaka-CG 1800.....	42
Figura 11 - Curva de calibração para determinação de ferro.....	43
Figura 12 - Aparelho colorímetro modelo AKSO.....	44
Figura 13 - Formulário utilizado para o cálculo do IQA.....	45
Figura 14 - Encontro dos rios Palomas e Azul - PT1.....	47
Figura 15 - Ponto de coleta no Rio Palomas - PT2.....	48
Figura 16 - Ponto de coleta no Rio Azul - PT3.....	49
Figura 17 - Ponto de coleta no Rio Paloma - PT4.....	50
Figura 18 - Ponto de coleta na barragem de captação - PT5.....	51
Figura 19 - Classificação e média do IQA.....	54
Figura 20 - Valores obtidos para a temperatura.....	55
Figura 21 - Valores obtidos para o pH.....	56
Figura 22 - Valores obtidos para a condutividade elétrica.....	56
Figura 23 - Valores obtidos para sólidos totais.....	58
Figura 24 - Valores obtidos para turbidez.....	59
Figura 25 - Valores obtidos para oxigênio dissolvido.....	59
Figura 26 - Valores obtidos para demanda biológica de oxigênio.....	60
Figura 27 - Valores obtidos para o fósforo total.....	61
Figura 28 - Valores obtidos para o nitrato.....	61
Figura 29 - Valores obtidos para a cor.....	62
Figura 30 - Valores obtidos para a alcalinidade.....	63
Figura 31 - Valores obtidos para a dureza.....	64
Figura 32 - Valores obtidos para o ferro.....	64
Figura 33 - Identificação de coliformes.....	65
Figura 34 - Classes de enquadramento e qualidade das águas.....	67

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Enquadramento das águas superficiais (RN CONAMA nº 357/05)...	20
Quadro 2 - Limites dos parâmetros para as classes da água (CONAMA nº 357/05).....	21
Quadro 3 - Variáveis limnológicas e o seu respectivo significado ambiental....	22
Quadro 4 - Parâmetros do IQA e seus respectivos pesos.....	25
Quadro 5 - Coordenadas dos pontos demarcados.....	33
Quadro 6 - Anotações das coletas realizadas.....	34
Quadro 7 - Classificação do IQA e CONAMA.....	67

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Faixas de IQA e classificação da qualidade da água.....	26
Tabela 2 - Valores dos parâmetros para cálculo do IQA.....	52
Tabela 3 - Parâmetros complementares de qualidade de água.....	53
Tabela 4 - Valores de IQA relativo a cada ponto de coleta.....	54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	14
2 OBJETIVOS.....	16
2.1 Objetivo geral.....	16
2.2 Objetivos específicos.....	16
3 JUSTIFICATIVA.....	17
4 REFERENCIAL TEÓRICO.....	18
4.1 Importância da Água.....	18
4.2 Avaliação da qualidade da água.....	19
4.3 Características ambientais da área de estudo.....	26
4.3.1 Solo.....	26
4.3.2 Bioma.....	27
4.3.3 Clima.....	28
4.3.4 Precipitação anual na região de Barra do Rio Azul - RS.....	28
4.3.5 Bacia hidrográfica.....	29
4.3.6 Abastecimento de água.....	29
4.3.7 Economia de Barra do Rio Azul.....	30
5 METODOLOGIA.....	30
5.1 Área de Estudo.....	30
5.2 Localização dos pontos demarcados para estudo.....	32
5.3 Coletas das amostras de água.....	34
5.4 Análises Laboratoriais.....	34
5.4.1 Determinação do potencial hidrogeniônico (pH).....	35
5.4.2 Determinação da temperatura (°C).....	36
5.4.3 Determinação da Turbidez (NTU).....	36
5.4.4 Determinação do oxigênio dissolvido (OD).....	37
5.4.5 Determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO).....	38
5.4.6 Determinação de Nitrato (N-NO ₃).....	38
5.4.7 Determinação do Fósforo Total (P-PO ₄).....	39
5.4.8 Determinação de Sólidos Totais (ST).....	40
5.4.9 Determinação de Coliformes Totais e Fecais.....	40
5.4.10 Determinação de Condutividade Elétrica.....	41
5.4.11 Determinação de Ferro total.....	42
5.4.12 Determinação de Alcalinidade.....	43
5.4.13 Determinação de Dureza.....	44
6 RESULTADOS.....	46
6.1 Descrição do ponto 1 (PT1).....	46
6.2 Descrição do ponto 2 (PT2).....	47
6.3 Descrição do ponto 3 (PT3).....	48
6.4 Descrição do ponto 4 (PT4).....	49
6.5 Descrição do ponto 5 (PT5).....	50
6.6 Resultados das análises.....	52
6.6.1 Temperatura.....	55

6.6.2 pH.....	55
6.6.3 Condutividade elétrica.....	56
6.6.4 Sólidos totais.....	57
6.6.5 Turbidez.....	58
6.6.6 Oxigênio dissolvido.....	59
6.6.7 Demanda biológica de oxigênio.....	59
6.6.8 Fósforo total.....	60
6.6.9 Nitrato.....	61
6.6.10 Cor.....	62
6.6.11 Alcalinidade.....	62
6.6.12 Dureza.....	63
6.6.13 Ferro.....	64
6.6.14 Coliformes totais e Coliformes termotolerantes.....	65
6.7.15 Classificação dos pontos de coleta.....	65
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	69
ANEXOS.....	75

1 INTRODUÇÃO

A água é um bem natural e essencial para a sobrevivência de todas as espécies no planeta. Hoje, é cada vez mais preocupante a baixa quantidade e qualidade de água disponível para o abastecimento das populações. Tendo em vista que a água é um recurso natural indispensável, uma substância essencial para a existência de vida no planeta, conhecer a qualidade das águas é benéfico para fins de consumo humano e agropecuários, nos mais diversos setores produtivos (Lunardi, 2013).

No Brasil, o IQA foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Este índice vem sendo utilizado como ferramenta para o monitoramento da qualidade da água, pois permite, por intermédio de informações resumidas, prever as condições do manancial superficial ao longo do tempo, reduzir custos e tempo e fornecer resultados de fácil interpretação (ANA, 2023). O IQA é composto por nove parâmetros, sendo eles: coliformes termotolerantes, demanda biológica de oxigênio, fósforo total, nitrogênio total, oxigênio dissolvido, potencial hidrogeniônico, temperatura da água, turbidez e sólidos totais.

Uma forma de avaliar a qualidade das águas, ocorre por meio do índice de qualidade de água (IQA), que traz uma abordagem avaliativa das águas conforme as análises de suas características físicas, químicas e biológicas, classificando-as de acordo com padrões de qualidade pré-estabelecidos. Desta forma, é possível determinar níveis e padrões de qualidade que permitem classificar os corpos d'água em diferentes categorias ou níveis de qualidade, assim como identificar suas diversas possibilidades de uso. É importante ressaltar que a qualidade da água não se limita à sua pureza, mas também está relacionada com as características desejadas para diferentes finalidades de uso (CONAMA, 2005).

O crescimento populacional e a intensificação das atividades produtivas promoveram um maior uso das águas e, em algumas situações, transformaram rivalidades em conflitos entre os seus usuários. A escassez provocada pelo uso excessivo ou a poluição de mananciais são as principais causas dessa realidade contemporânea, colocando em xeque a disponibilidade desse recurso e determinando o reconhecimento de que a água deva ser tratada como recurso natural limitado (ANA, 2014).

Com suas propriedades únicas, a água desempenha papéis vitais em inúmeras atividades biológicas, processos naturais e atividades humanas; sua presença é fundamental para todos os organismos vivos, já que é um componente essencial das células e está envolvida em processos metabólicos, regulação térmica, transporte de nutrientes e eliminação de resíduos. Além disso, os ecossistemas dependem da água para manter o equilíbrio ecológico, sustentando a diversidade de vida em lagos, rios, oceanos e outras formas de habitat aquático. A água é encontrada em diferentes estados físicos: líquido, sólido (gelo) e gasoso (vapor), e apesar de cobrir aproximadamente 71% da superfície terrestre, a disponibilidade de água doce para consumo humano e atividades agrícolas e industriais é limitada. O uso excessivo, a poluição e as mudanças climáticas representam desafios significativos para a gestão sustentável dos recursos hídricos, exigindo esforços para conservar e proteger esse precioso recurso (Pádua, 2006).

Para o desenvolvimento do estudo da qualidade das águas foram analisadas as águas de dois rios, Rio Palomas e Rio Azul, onde ocorre a junção desses rios, formando um único rio, que desemboca no Rio Uruguai. Cabe ressaltar que conhecer a qualidade dessas águas será benéfico para estudos futuros e fins de consumo, seja para o setor agropecuário ou abastecimento público. Para isso foram realizadas as análises dos parâmetros já mencionados, nos laboratórios do Centro de Ciência e Tecnologia Ambiental (CCTA) da Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul. Com os resultados obtidos das análises das águas em 4 coletas, foi determinada a média do IQA utilizando a calculadora ambiental, mostrando suas classificações e determinando como se encontram as condições da água em cada ponto de coleta demarcado para este estudo.

Considerando os parâmetros do índice de qualidade de água (IQA) e também outros seis parâmetros: alcalinidade, coliformes totais, condutividade elétrica, cor, dureza e ferro, e seguindo a resolução (CONAMA, 2005), que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, essa pesquisa teve o objetivo de analisar a qualidade das águas que cruzam o município de Barra do Rio Azul - RS, verificando os pontos onde ocorre maior influência de fontes de poluição antrópica.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Avaliar a qualidade das águas do Rio Palomas e Rio Azul, no município de Barra do Rio Azul – RS.

2.2 Objetivos específicos

Com o intuito de atingir o objetivo geral, foram estabelecidos os seguintes objetivos específicos:

- Realizar análises físico-químicas e microbiológicas da água dos rios que circundam a cidade de Barra do Rio Azul;
- Comparar e analisar os resultados com os parâmetros estabelecidos pela resolução CONAMA n° 357/2005 para qualidade da água;
- Classificar as águas conforme os parâmetros que traduzem as suas principais características físicas, químicas e biológicas.

3 JUSTIFICATIVA

Estamos vivenciando as consequências das mudanças climáticas cujas causas podem ser naturais, mas grande parte são reflexo das ações antrópicas, seja na intensificação do efeito estufa, desmatamento, poluição dos corpos hídricos, uso incorreto do solo, ocupação desordenada das cidades e/ou a inexistência de políticas públicas voltadas para a preservação e conservação da natureza.

Em relação aos corpos hídricos, esses são sistemas que refletem diretamente a interação do homem com o meio ambiente e, na maioria das vezes, as cidades estão localizadas próximas a esses cursos d'água, tal que acabam servindo como receptores de efluentes domésticos, industriais e/ou agropecuários, ocasionando na contaminação dos mananciais.

A importância deste estudo se dá pela obtenção de informações sobre a qualidade das águas do rio Palomas e rio Azul a fim de comparar com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente, considerando que existe um déficit em estudos relacionados à qualidade das águas superficiais da região. Avaliar a qualidade dessas águas possibilitará conhecer as características químicas, físicas e biológicas destas, a fim de verificar se atendem os requisitos mínimos estabelecidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 e servindo de subsídio para políticas públicas no município e região. Além disso, é importante identificar os trechos onde a qualidade da água apresenta discordância com a legislação vigente para que, num futuro próximo, este trabalho possa contribuir para tomada de medidas mitigadoras e assim melhorar a qualidade da água.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 Importância da Água

A água é um elemento essencial a todos os seres vivos, pode ser encontrada no nosso planeta em diferentes proporções e diferentes formas de estado físico (líquida, sólida, gasosa). Como apontado por Costa e Perin (2004), com o aumento significativo populacional e a fixação do homem em propriedades particulares, “o uso da água passou a exigir racionalidade, tendo em vista a possibilidade de sua escassez e usos conflitivos”. Embora isso seja de conhecimento geral, muitos fazem uso inadequado da água, contribuindo assim para a falta dela.

A água é necessária em todos os aspectos da vida. Os recursos de água doce são um componente essencial da hidrosfera da Terra e parte indispensável de todos os ecossistemas terrestres (Victorino, 2007). Entretanto, em todo o mundo, muitas populações não têm acesso seguro e adequado à água para atender suas mais básicas necessidades. Recursos hídricos e os ecossistemas conexos que os fornecem e mantêm, estão sob ameaça de poluição, usos não sustentáveis, mudança de uso da terra, mudanças climáticas, poluição ambiental e muitas outras forças (Detoni et al, 2007).

A importância da qualidade da água está bem conceituada na Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), que define, dentre seus objetivos, "assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos" (Lei nº 9.433/1997). A Política Nacional de Recursos Hídricos foi instituída pela Lei 9.433 de 08 de janeiro de 1997, com o intuito de sistematizar os instrumentos de proteção dos recursos hídricos através do princípio da gestão por bacia hidrográfica e desta forma contribuir para a proteção dos recursos naturais. Esta lei conhecida como Lei das Águas, tem por finalidade:

Estabelecer um pacto nacional para a definição de diretrizes e políticas públicas voltadas para a melhoria da oferta de água, em quantidade e qualidade, gerenciando as demandas e considerando ser a água um elemento estruturante para a implementação das políticas setoriais, sob a ótica do desenvolvimento sustentável e da inclusão social (PNRH, Lei nº 9.433/97).

Segundo Porto (2002), apesar de sua importância, a gestão da qualidade da água no país não tem merecido o mesmo destaque dado à gestão da quantidade de água, quer no aspecto legal, quer nos arranjos institucionais em funcionamento no setor, quer no planejamento e na operacionalização dos sistemas de gestão.

4.2 Avaliação da qualidade da água

A qualidade da água é um conceito relativo que depende diretamente do uso a que se destina: balneabilidade, consumo humano, irrigação, transporte e manutenção da vida aquática (Gonçalves, 2009), e é diminuída quando ocorre a degradação do corpo aquático. Os principais processos que levam a degradação do ambiente em função das atividades antrópicas são o assoreamento e a homogeneização do leito de rios e córregos o que acarreta a diminuição da diversidade de habitats e microhabitats, bem como a eutrofização artificial com o enriquecimento excessivo das concentrações de nitrogênio e fósforo na água (Barbour et al., 1999).

Os recursos hídricos que mais se destacam são /os existentes nos rios e lagos. Estes são de extrema relevância para todas as civilizações, pois a humanidade durante a história, procurou se fixar nas proximidades desses mananciais. Os rios são deslocamentos que acontecem de maneira natural, sem haver interrupções. Geralmente, um rio parte de uma nascente e corre em direção aos relevos mais baixos até atingir ou desembocar em outro curso maior, desaguar em um lago ou chegar até os oceanos (Brasil, 2015). A qualidade das águas depende também das condições geológicas e geomorfológicas, da cobertura vegetal da bacia de drenagem, do comportamento dos ecossistemas terrestres e de águas doces, e das ações antrópicas.

Segundo Von Sperling (2007), a qualidade de água está determinada por fenômenos naturais e antrópicos exercidos na bacia hidrográfica. A água é o solvente universal, transportando gases, elementos e substâncias, e compostos orgânicos dissolvidos que são a base da vida no planeta. Assim, as características da água natural estão determinadas pelas substâncias químicas dissolvidas, diretamente relacionadas com a geoquímica do solo e das rochas nas bacias hidrográficas que drenam os rios e lagos. Assim, as características físicas, químicas e biológicas das águas naturais decorrem de uma série de processos que ocorrem

no corpo hídrico e na bacia hidrográfica, como consequência das capacidades de dissolução de uma ampla gama de substâncias e de transporte pelo escoamento superficial e subterrâneo (Libânio, 2005).

A resolução normativa 357/05 do CONAMA estabelece a classificação das águas doces, salobras e salinas do território nacional em treze classes, segundo a sua utilização, definindo os parâmetros de qualidade a serem atendidos para cada classe. As águas doces são classificadas em 5 classes: Classe Especial, Classe I, Classe II, Classe III e Classe IV, conforme suas características e finalidades de uso. No quadro 1, apresentamos um resumo dos usos preponderantes das classes relativas à água doce, a cada uma dessas classes corresponde uma determinada qualidade a ser mantida no corpo d'água.

Quadro 1 - Enquadramento das águas superficiais (RN CONAMA nº 357/05).

Classes	Usos das águas
Especiais	Abastecimento para consumo humano, com desinfecção; Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; Preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
I	Abastecimento para consumo humano após o tratamento simplificado; Proteção das comunidades aquáticas - relação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho; Irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam consumidas cruas sem remoção de películas; Proteção das comunidades aquáticas em terras indígenas.
II	Abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; Proteção das comunidades aquáticas - recreação de contato primário; Irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins,

	campo, de esporte de lazer, com os quais o público possa vir ter contato direto; Aquicultura e atividade de pesca.
III	Abastecimento para consumo humano, após o tratamento convencional ou avançado; Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; Pesca amadora; Recreação de contato secundário.
IV	Navegação; Harmonia paisagística.

Fonte: CONAMA - Resolução Normativa nº 357/ 2005.

O enquadramento dos corpos d'água deve considerar não necessariamente seu estado atual, mas os níveis de qualidade que deveriam possuir para atender às necessidades da comunidade e garantir os usos concebidos para os recursos hídricos. De acordo com os limites estabelecidos para cada parâmetro podemos enquadrar as classes das águas (quadro 2).

Quadro 2 - Limites dos parâmetros para as classes da água (CONAMA nº 357/05).

Parâmetros	Unidade	Especiais	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Oxigênio Dissolvido	mgO ₂ /L	10,0	≥ 6	≥ 5	≥ 4	≥ 2,0
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mgO ₂ /L	-	≤ 3	≤ 5	≤ 10	-
Coliformes Termotolerantes	*NMP	-	≤ 200	≤ 1000	≤ 2500	-
Coliformes Totais	*NMP	-	1000	5000	-	-
Turbidez	**NTU	-	≤ 40	≤ 100	≤ 100	-
Alcalinidade	mg CaCO ₃ /L	-	-	-	-	-
Dureza	mg CaCO ₃ /L	-	-	-	-	-

Nitrogênio - Nitrato	mg N-NO₃/L	10 < ou >	10	10	10	10
pH	-	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0
Condutividade elétrica	µS/cm	-	-	-	-	-
Fósforo total	mg P-PO₄/L	-	≤ 0,1	≤ 0,1	≤ 0,15	-
Ferro total	mg Fe/L	≤ 0,3	0,3	0,3	5,0	-
Sólidos totais	mg ST/L	-	-	-	-	-
Cor	***PCU ou uH	-	75	75	-	-

Fonte: CONAMA - Resolução Normativa nº 357/05.

*NMP= Número Mais Provável; **NTU= Unidade Nefelométrica de Turbidez;

*** Unidade Platina-Cobalto, Unidade Hazen (mg Pt-Co/L).

Corpos de águas como os rios são sistemas que transportam substâncias, podendo apresentar diferentes concentrações de compostos nas nascentes, no meio e no baixo curso de um rio (Zhang et al., 2010). Conforme a resolução do CONAMA nº 357/05, capítulo II, art. 2º, inciso IX, fica indicado que compreende-se enquanto qualidade de água o “(...) conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;” (CONAMA, 2005). Ao tratar das condições de qualidade de água, a resolução indica a qualidade apresentada pelo que se chama de “um segmento” de água, dentro das classes de qualidade. Uma breve descrição dos parâmetros estabelecidos por esta resolução está representada no quadro 3.

Quadro 3 - Variáveis limnológicas e o seu respectivo significado ambiental

Variável	Significado
Coliformes totais e termotolerantes	Indicativo de contaminação microbiológica e despejo irregular de efluentes domésticos, são microrganismos que fermentam a lactose a 45°C. A <i>Escherichia coli</i> é típica do intestino de animais de sangue quente e é caracterizada por ser de origem fecal, sua presença pode ser um indicativo de doenças de

	veiculação hídrica , já que patógenos podem estar presentes na água .
Condutividade elétrica	Na legislação do Brasil não existe um limite superior deste parâmetro tido como aceitável. Porém, deve-se notar que oscilações na condutividade da água, ainda que não causem dano imediato ao ser humano, podem indicar tanto uma contaminação do meio aquático por efluentes industriais como o assoreamento acelerado de rios por destruição da mata ciliar (LÔNDERO e GARCIA, 2010).
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO _{5,20})	Corresponde à concentração de oxigênio necessária para a degradação da matéria orgânica mediante a ação da comunidade microbiana. Pode ser entendida como uma medida indireta de cargas poluidoras nos ambientes aquáticos.
Fósforo Total	Elemento que participa da produção primária, corresponde a formas inorgânicas e orgânicas. É um macronutriente importante para a composição celular, suas concentrações aumentam devido a entrada de fertilizantes, ressuspensão do sedimento e esgoto doméstico.
Nitrogênio Total	Corresponde às formas de nitrogênio orgânico, nitrato, nitrito e amônia. Participa dos processos de produção primária e outros processos biológicos, é encontrado em suspensão ou na forma dissolvida na água e sua principal fonte são os fertilizantes, efluentes domésticos e industriais.
Oxigênio Dissolvido	Pode ser compreendida como o oxigênio dissolvido nos ambientes aquáticos devido a diferença existente entre a pressão parcial. A solubilidade do oxigênio diminui com o aumento da temperatura. Baixas concentrações de oxigênio é um indicativo da ocorrência de poluição ou um intenso processo de degradação de matéria orgânica.
	Trata-se de uma mensuração do quão ácido ou básico o

pH	ambiente está visto a concentração de íons hidrogênio livres ali presentes. Influencia diretamente na fisiologia dos seres vivos e pode favorecer a liberação ou precipitação de metais pesados. Valores inferiores a 5,5 ou superiores a 9,5 podem desencadear efeitos nocivos para a biota aquática.
Temperatura	Associada ao regime climático e marcada por variações diárias ou sazonais, sofre influência de fatores geográficos (e.g. altitude, latitude) e influencia diversos processos físico-químicos. Valores elevados indicam poluição térmica.
Turbidez	Refere-se ao grau de atenuação da penetração de luz nos corpos hídricos, ocasionado pelos materiais sólidos orgânicos/inorgânicos em suspensão. Altos valores influenciam negativamente os processos fotossintéticos.
Sólidos Totais	Remete-se a matéria (in)orgânica que permanece como resíduo após a evaporação de uma amostra em um determinado período mediante uma temperatura fixa. Sua concentração aumenta conforme o grau de poluição. Concentrações maiores costumam ser encontradas durante o período chuvoso, devido ao arraste de elementos para os corpos hídricos.
Dureza	Refere à quantidade de bicarbonatos, carbonatos, sulfatos ou cloretos de cálcio e magnésio dissolvidos nela. Ou seja, quanto maior a quantidade desses sais dissolvidos na água, mais dura ela é considerada.
Ferro	O ferro é encontrado em águas claras em pequenas quantidades. Uma interpretação pode ser atribuída aos sedimentos argilosos provenientes do solo, carregados pelas águas da chuva e das margens com pouca ou sem mata ciliar.

Fonte: Adaptado de Cunha-Santino e Bianchini Jr. (2010), Silva et al. (2015).

O Índice de Qualidade das Águas foi criado em 1970, nos Estados Unidos, pela *National Sanitation Foundation*. A partir de 1975 começou a ser utilizado pela

CETESB (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo). Nas décadas seguintes, outros Estados brasileiros adotaram o IQA, que hoje é o principal índice de qualidade da água utilizado no país (Portal da Qualidade das Águas, 2023). O IQA é composto por nove parâmetros (Quadro 4) com seus respectivos pesos (w), que foram fixados em função da sua importância para a conformação global da qualidade da água (ANA, 2023).

No Brasil, é empregado o Índice de Qualidade de Água (IQA), que foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para o abastecimento público, após tratamento. Os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos (ANA, 2023). Este índice vem sendo utilizado como ferramenta para o monitoramento da qualidade da água, pois permite, por intermédio de informações resumidas, prever as condições do manancial superficial ao longo do tempo, reduzir custos e tempo e fornecer resultados de fácil interpretação (Silveira et al., 2014; Cunha et al., 2013).

No Rio Grande do Sul, a qualidade das águas é acompanhada através de um Programa de Monitoramento Ambiental que apresenta informações sobre a qualidade da água, a partir de levantamentos e medições realizados pela FEPAM. Estas informações, além de direcionar ações de licenciamento ambiental, têm também a finalidade de informar a qualidade atual dos recursos hídricos (Fepam, 2023).

Quadro 4 - Parâmetros do IQA e seus respectivos pesos

Parâmetro de qualidade da água	Peso
Oxigênio dissolvido	0,17
Coliformes termotolerantes	0,15
Potencial hidrogeniônico - pH	0,12
Demanda biológica de oxigênio	0,10
Temperatura da água	0,10

Nitrogênio total	0,10
Fósforo total	0,10
Turbidez	0,08
Resíduo total	0,08

Fonte: Agência Nacional das Águas (2016).

Os valores do IQA são classificados em faixas, que variam entre os estados brasileiros e de acordo com o índice calculado podemos classificar a água como excelente, boa, razoável, ruim ou muito ruim. A FEPAM - RS utiliza os valores apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Faixas de IQA e classificação da qualidade da água

Faixas de IQA	Classificação da qualidade da água
0 - 25	Muito ruim
26 - 50	Ruim
51 - 70	Razoável
71 - 90	Bom
91 - 100	Excelente

Fonte: FEPAM, 2023

4.3 Características ambientais da área de estudo

4.3.1 Solo

O solo é a camada superficial da crosta terrestre, sendo muito importante para o desenvolvimento da vida na terra, visto que dele retiramos os alimentos necessários para nossa sobrevivência. O tipo de solo é muito importante para as plantações e o desenvolvimento da agricultura (Reichert, 2007), o manejo adequado e a preservação do solo tornam-se tarefas essenciais, já que é um recurso natural não renovável, ou seja, é limitado, e a exploração desenfreada pode acarretar muitos problemas futuros.

A atividade humana acelera o processo de desgaste e perda do solo, entre os fatores causadores da erosão estão as práticas agrícolas sem o manejo adequado do solo. A erosão é o desgaste do solo acarretará seu transporte por chuva, vento ou mesmo pela gravidade, depende da quantidade das chuvas e de

sua intensidade, “grande parte da erosão, aproximadamente 2/3, decorre da água que lava a camada superficial do solo” e depende, também, de fatores como topografia, cobertura vegetal e uso do solo (Araujo, 2010).

De acordo com o Promasolos (CPRM, 2023), a área de estudo apresenta uma variedade de tipos de solo devido à sua diversidade geológica e características climáticas. No entanto, a descrição exata dos tipos de solo em Barra do Rio Azul pode variar, constitui em seu território o seguinte tipo de solo CXvef - Cambissolo Háplico Ta Eutroférico, inclui, Neossolo Litólico, Nitossolo Vermelho Eutroférico, Chernossolo Argilúvico Férreo, onde seu relevo é ondulado e montanhoso. De acordo com as características do solo podem variar de um local para outro dentro do município.

4.3.2 Bioma

As matas ciliares exercem funções hidrológicas e ecológicas de proteção aos solos e aos recursos hídricos, por meio de: manutenção da qualidade da água; regularização dos cursos d'água; conservação da biodiversidade (Rodrigues, 2004). Quanto à vegetação local, de acordo com a aplicação da Lei da Mata Atlântica (2006) o município de Barra do Rio Azul - RS, abrange dois ecossistemas: a Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Decidual, sendo esta última nas proximidades da costa do rio Uruguai, atualmente a flora local caracteriza-se por clima subtropical úmido, remanescente florestais fragmentados e localizados em áreas de maior declividade, onde não é possível o desenvolvimento de atividades agrícolas. A presença de espécies exóticas invasoras em meio aos fragmentos existentes, como a *Hovenia dulcis* (uva-japonesa). As matas ciliares encontram-se em situação de vulnerabilidade, sendo poucos locais onde se observa a sua integralidade, ainda que de acordo com as dimensões do novo Código Florestal.

Com a nova lei (14.285/21) há alterações no Novo Código Florestal e legislações anteriores. Entre as mudanças, a nova lei transfere para os municípios a competência de definir as áreas de preservação nas margens de rios, juntamente com as normas estabelecidas pela Lei 12651/2012, que estabelece as delimitações das áreas de preservação permanente (APP) e as faixas marginais permanentes (FMP) conforme a largura do rio, sendo em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei.

Com a modificação da lei 12651/2012 foi outorgada aos municípios a possibilidade de redução das faixas marginais permanentes (FMP). Dessa maneira,

essa legislação objetiva proteger os espaços de grande relevância para a conservação da qualidade ambiental, como a estabilidade geológica, a proteção dos solos contra agentes de intemperismo que conseqüentemente geram erosão, bem como a proteção dos recursos hídricos, que abrangem cursos d'água e reservatórios de águas naturais ou artificiais, contra o depósito de sedimentos e detritos resultantes dos processos erosivos do solo (Ahrens, 2003).

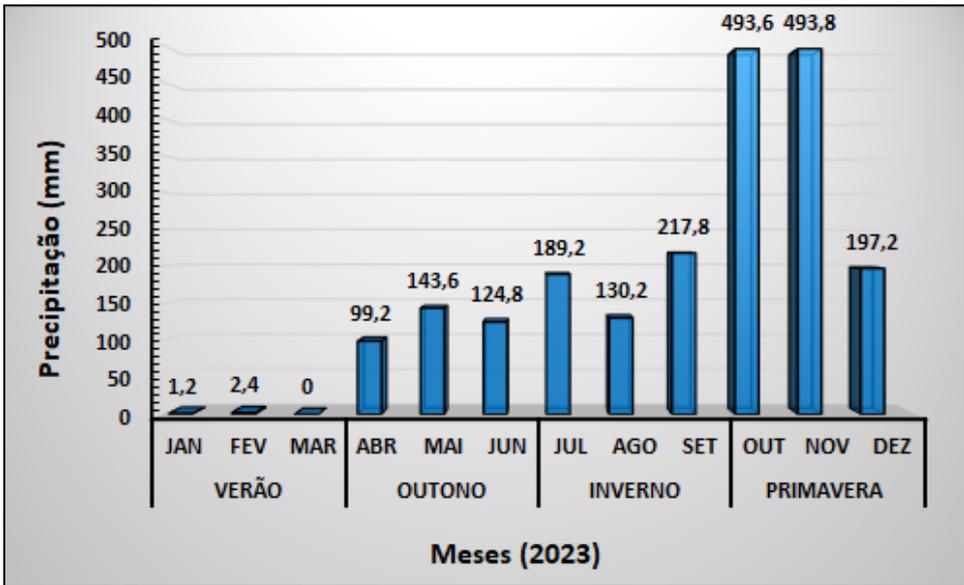
4.3.3 Clima

Barra do rio Azul - RS, possui um clima subtropical úmido (Cfa pela classificação de Köppen), isso significa que a região experimenta quatro estações bem definidas ao longo do ano, com verões quentes e invernos relativamente frios. O clima subtropical úmido é caracterizado por chuvas bem distribuídas durante o ano. No entanto, os meses de verão tendem a ser mais chuvosos em comparação com os meses de inverno, a umidade relativa do ar é geralmente mais alta durante os meses mais quentes (Kuinchner, 2001). É importante observar que essas características do clima podem variar de ano para ano.

4.3.4 Precipitação anual na região de Barra do Rio Azul - RS

De acordo com os dados obtidos das estações meteorológicas de Passo Fundo, Erechim e Chapecó, cujos dados podem ser obtidos através da página <https://mapas.inmet.gov.br>, obteve-se a média das precipitações de cada mês no ano de 2023 para a região de Barra do Rio Azul - RS, como mostrado na Figura 1.

Figura 1 - Precipitação anual na região de Barra do Rio Azul - RS



Fonte: Dados disponíveis em < <https://mapas.inmet.gov.br> >.

Como pode ser visualizado na Figura 1, a região do município de Barra do Rio Azul passou por um período de elevadas precipitações nos meses de outubro e novembro de 2023. Com o volume excessivo de chuvas, ocorreram enchentes no dia 3 de novembro de 2023. Já no dia 03 de maio de 2024, o município foi novamente inundado depois que o alto volume de chuva causou o transbordamento dos rios Paloma e Azul, os quais cercam a localidade. De acordo com os dados obtidos (<https://mapas.inmet.gov.br>), nesta última data choveu um volume mensal de 380 mm, ocasionando o alagamento no perímetro urbano, e em toda a faixa marginal permanente (FMP) até desaguar no rio Uruguai. Com isso, 250 pessoas ficaram desalojadas, de acordo com a prefeitura municipal e publicação no jornal Boa Vista (*Emanuele. Jornal boa vista, 2024*).

4.3.5 Bacia hidrográfica

O município de Barra do Rio Azul - RS está localizado na região hidrográfica da bacia do Rio Uruguai, o qual abrange uma área de 146,995 km² e integra 52 municípios com população estimada de 351.163 habitantes (IBGE, 2020). Está incluso na microrregião hidrográfica Apuaê-Inhandava, ocupando 98% do seu território com uma área de 146,995 km². Desta forma, a cidade de Barra do Rio Azul está situada na sub-bacia do Rio Palomas, onde seus afluentes são: Rio Azul e Rio Palomas, contendo aproximadamente 1.621 habitantes em seu município.

4.3.6 Abastecimento de água

O abastecimento de água de Barra do Rio Azul - RS, ocorre através de poços artesianos, tanto em área urbana como rural, o sistema é composto por captação, adução, reservatório e distribuição, sendo o operador do sistema o próprio município em área urbana e associações em área rural. De acordo com dados da Secretaria da Saúde, os mesmos encontram-se perfurados a uma profundidade entre 80 a 250 metros, apresentando em alguns contaminação pelo grupo coliformes (SIOUT, 2023). O município possui atualmente cerca de 32 poços ativos, sendo 31 localizados nas zonas rurais e 1 poço situado na zona urbana.

O município de Barra do Rio Azul é conveniado com a Agência Reguladora de Serviços Públicos Municipais de Erechim (AGER), a qual garante a qualidade na prestação de serviços públicos de abastecimento de água e esgoto sanitário, atualmente apenas 40% da água de abastecimento público do município é tratada,

sendo assim o tratamento da água em área urbana é realizado por empresa terceirizada - Lacua Sistema de Tratamento de Água e Saneamento Ltda., a qual o realiza por meio da cloração. Tal que, o monitoramento da qualidade da água é realizado pela vigilância ambiental do município (Barra do Rio Azul /RS, 2013).

Como a cidade tende a expandir, torna-se necessário conhecer a qualidade das águas dos rios Palomas e Azul, pois futuramente esses poços não irão suprir a demanda de água devido ao aumento da população, tal que saber a qualidade dos mananciais, permitirá o melhor planejamento na gestão pública referente ao abastecimento de água.

O Município de Itatiba do Sul - RS, capta água no rio palomas para a estação de tratamento, abastecendo o mesmo município, seriam possíveis futuros estudos e planejamentos havendo uma gestão de abastecimento entre os municípios, tendo em vista abastecimento no perímetro urbano de Barra do Rio Azul, onde as condições de relevo topografia favorece a canalização por gravidade, tal que a cidade de Itatiba do Sul se encontra em uma altitude superior comparado com a cidade de Barra do Rio Azul.

4.3.7 Economia de Barra do Rio Azul

Pelos dados disponíveis na prefeitura do município (Barra do Rio Azul /RS, 2013) destacam se o produto interno bruto (PIB) da cidade chega a R\$ 80,7 milhões de reais, em 2021, tal que 67,1% do valor adicionado advém da agropecuária, na sequência aparecem as participações da administração pública (19,9%), dos serviços (11,3%) e da indústria (1,6%). Com esta estrutura, o PIB per capita de Barra do Rio Azul é de R\$49,8 mil e o índice de desenvolvimento humano (IDH) foi de 0,723 considerado alto.

5 METODOLOGIA

5.1 Área de Estudo

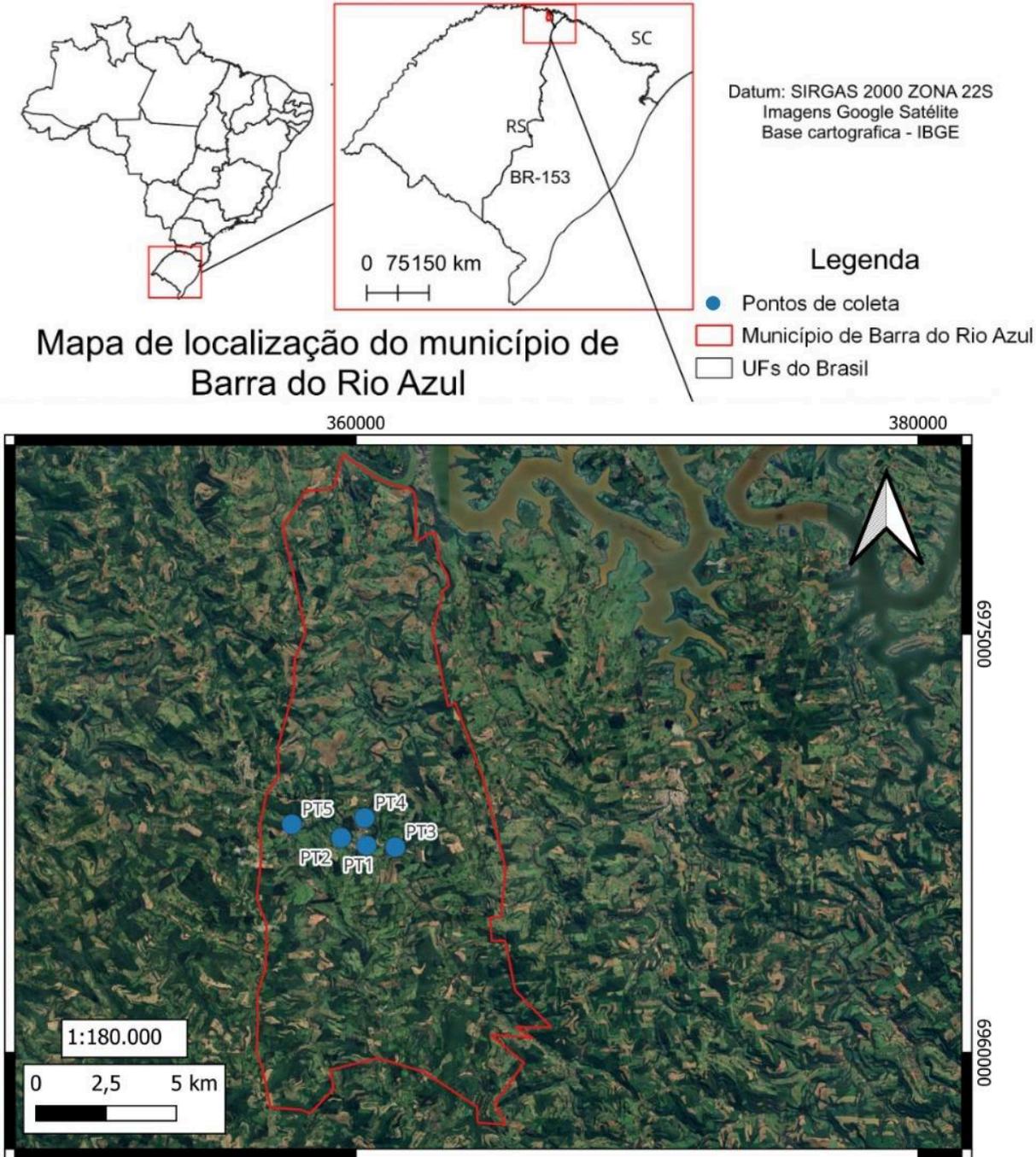
O Município de Barra do Rio Azul encontra-se distante cerca de 408 km da capital do estado, tendo como polo regional a cidade de Erechim, distante cerca de 36 km. Para acesso do município existem duas formas, pela RS 420, sentido comunidade Rio Azul, pertencente à Aratiba, ou pela RS 137 pelo município de Itatiba do Sul (Barra do Rio Azul /RS, 2013).

O município, que encontra-se inserido na Microrregião de Erechim e Mesorregião Noroeste Rio-Grandense, veio a emancipar-se no dia 20 de março de

1992, sendo portanto um município relativamente jovem, e que possui influência da imigração italiana. Anteriormente à emancipação foi considerada distrito do município de Aratiba pela Lei Municipal nº 02, de 02 de janeiro de 1956. De acordo com o último censo (2021), Barra do Rio Azul - RS, possui uma população de aproximadamente 1.621 habitantes e uma área de 146,995 km². A cidade está localizada entre dois rios: Rio Palomas e Rio Azul.

Na Figura 2, podemos observar o mapa de localização da área de estudo do município de Barra do Rio Azul, onde foi efetuada a delimitação da área e marcados os pontos para coletas das amostras.

Figura 2 - Mapa de localização da área de estudo.



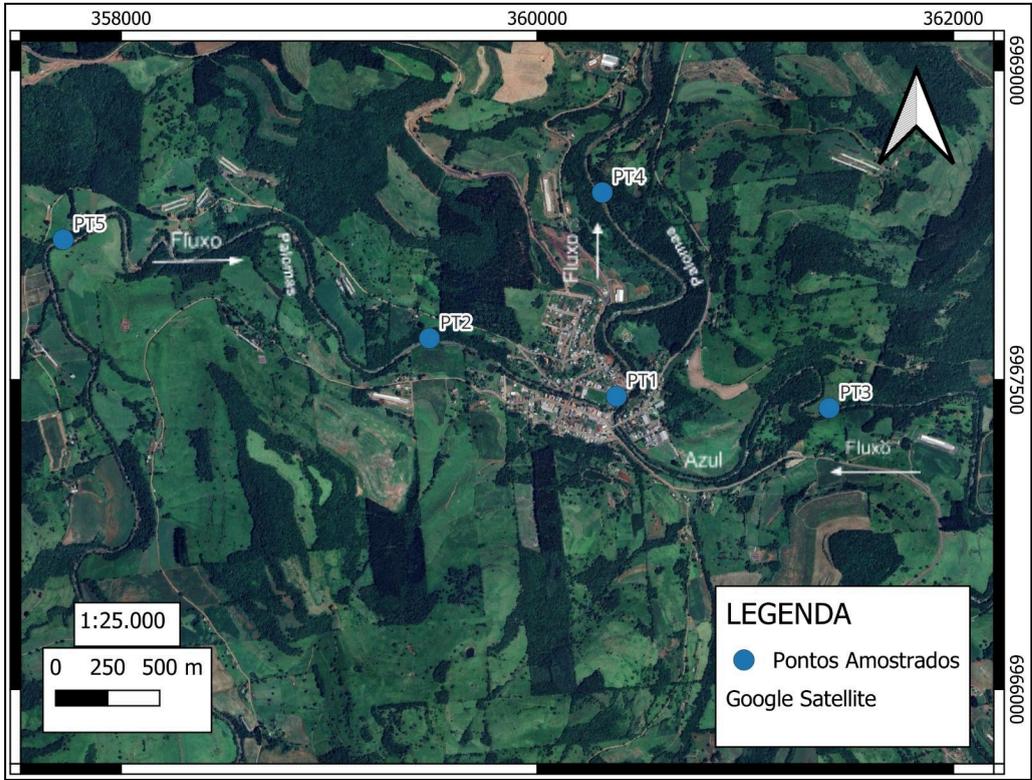
Fonte: Autor, 2024.

5.2 Localização dos pontos demarcados para estudo

Para o estudo da qualidade das águas do rio Palomas e do rio Azul foram estipulados 5 pontos de coleta: o ponto 1 (PT1), 2 (PT2), 3 (PT3), 4 (PT4) e 5 (PT5). O ponto 1 (PT1), foi escolhido por fazer parte da área de maior densidade demográfica, estando localizado no perímetro urbano, e os pontos 2 (PT2), 3 (PT3) e 4 (PT4) localizados próximo a área rural. Já o 5 (PT5) encontra-se na barragem de

captação de água para fins de abastecimento da população da cidade de Itatiba do Sul - RS. Mostra-se na figura 3 a demarcação dos pontos de coleta.

Figura 3 - Pontos de coleta na área de estudo



Fonte: Autor.

Utilizou-se aparelho móvel (GPS), para efetuar as anotações das coordenadas de cada ponto demarcado, facilitando assim, a coleta das amostras (Quadro 5).

Quadro 5 - Coordenadas dos pontos demarcados

Pontos de coleta	Longitude (N)	Latitude (E)	Elevação (m)
PT1	6967420	360381	428,52
PT2	6967701	359482	433,72
PT3	6967363	361404	412,72
PT4	6968408	360313	390,72
PT5	6968180	357721	439,72

Fonte: Autor, 2023 (coordenadas UTM Sirgas 2000).

5.3 Coletas das amostras de água

As coletas da água foram realizadas em 5 pontos, sendo 1 ponto de coleta no Rio Azul e 4 pontos de coleta no Rio Palomas, em cada ponto demarcado foram coletadas 2 amostras. As amostras foram coletadas em recipientes de garrafa pet âmbar 500 mL, lavados e enxaguados com água destilada, segundo as instruções do Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA, 2011).

As coletas foram realizadas a uma profundidade de 20 centímetros da superfície, logo em seguida, as amostras coletadas foram guardadas em uma caixa térmica com gelo para manter conservado as amostras devido a distância e transporte durante 6 horas de viagem até os laboratórios do CCTA da Universidade Federal do Pampa, campus Caçapava do Sul, onde foram guardadas em uma geladeira com temperatura de 4°C e posteriormente realizadas as análises para o índice de qualidade da água e outros parâmetros a fim de comparação com a resolução do (CONAMA nº 357/2005), para verificar a qualidade da água.

No Quadro 6, são mostrados os dias de coletas, as condições meteorológicas no momento da coleta e suas estações do ano.

Quadro 6 - Anotações das coletas realizadas

Data de coleta	Estação do ano	Condições meteorológicas
08/01/2023	Verão	Céu limpo, com nuvens esparsas/Tamb. 31°C.
26/03/2023	Outono	Céu limpo, com nuvens esparsas, sem precipitação/Tamb. 26°C
15/05/2023	Outono	Céu nublado, com nuvens, sem precipitação/Tamb. 17°C.
19/08/2023	Inverno	Céu limpo, sem precipitação/Tamb. 24°C

Fonte : Autor.

5.4 Análises Laboratoriais

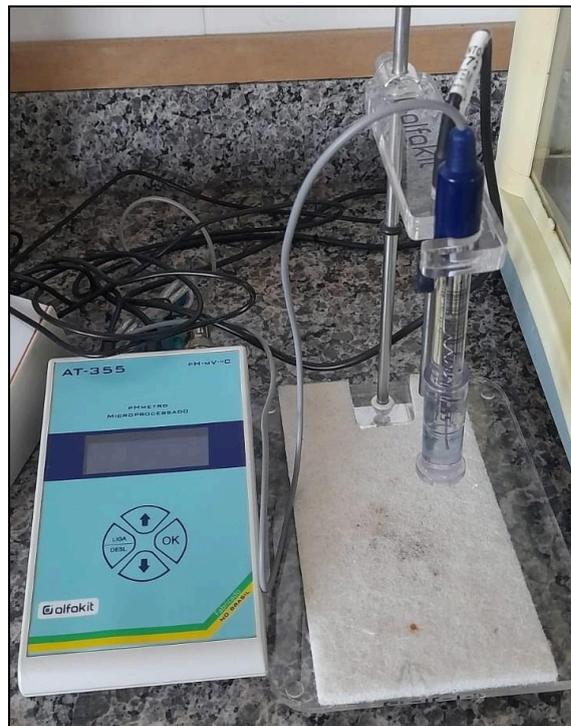
As amostras de água de cada trecho foram analisadas no laboratório do CCTA da Universidade Federal do Pampa, Campus Caçapava do Sul, respeitando o

tempo e as condições estabelecidas para tais procedimentos após a coleta. Foram efetuadas as análises de 14 parâmetros: pH, temperatura, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, turbidez, cor, sólidos totais, demanda biológica de oxigênio, coliformes totais e fecais, alcalinidade total, dureza total, nitrato, fósforo total e ferro total.

5.4.1 Determinação do potencial hidrogeniônico (pH)

As análises de pH foram realizadas pelo método potenciométrico seguindo o manual Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - American Public Health Association (APHA, 1992). Foram utilizadas fitas indicadoras de pH no momento da coleta (*in situ*), no laboratório utilizou-se o aparelho de bancada AT - 355 pHmetro, como mostrado na (figura 4).

Figura 4 - Aparelho pHmetro modelo Alfakit AT 355



Fonte: Autor.

Foram realizadas as seguintes etapas para determinação do pH:

- a) Foi ligado o aparelho e esperou-se sua estabilização;
- b) Os eletrodos foram lavados com água destilada e enxugados com papel absorvente;
- c) O aparelho foi calibrado com as soluções padrão (pH 4 , 7 e 10);
- d) Os eletrodos foram lavados novamente com água destilada e enxugados;

e) Os eletrodos foram introduzidos na amostra a ser examinada e foi feita a leitura;

5.4.2 Determinação da temperatura (°C)

A temperatura da água foi registrada *in loco*, determinada através de termômetro analógico com escala de -10 a 110 °C, deixando o termômetro em contato com a água do rio durante 2 minutos para posteriormente realizar a leitura.

5.4.3 Determinação da Turbidez (NTU)

Determinação pelo método nefelométrico, baseado na comparação da intensidade de luz espalhada pela amostra em condições definidas, com a intensidade da luz espalhada por uma suspensão considerada padrão, quanto maior for a intensidade de luz espalhada maior será a turbidez da amostra analisada. O aparelho utilizado para fazer o experimento foi o HaCH 2100N Turbidimeter (Figura 5), utilizando o seguinte procedimento:

- a) O turbidímetro foi calibrado de acordo com as instruções do fabricante;
- b) Para medida de turbidez menor que 40 UT: agitar a amostra suavemente e esperar até que as bolhas de ar desapareçam e colocá-la na célula de amostra do turbidímetro; fazer a leitura da turbidez diretamente na escala do instrumento ou na curva de calibração apropriada;
- c) Para medida de turbidez acima de 40 UT: diluir a amostra com um ou mais volumes de água isenta de turbidez até que a turbidez da amostra diluída fique entre 30 e 40 UT. Fazer a leitura e multiplicar o resultado pelo fator de diluição, de acordo com a equação 1:

$$UT = \frac{A \times (B + C)}{C} \quad (1)$$

Onde:

UT (UTN) = Unidade de Turbidez Nefelométrica.

A = Turbidez da amostra diluída.

B = Volume da diluição (mL).

C = Volume da amostra tomado para a diluição.

Figura 5 - Aparelho turbidímetro modelo HACH 2100



Fonte: Autor.

5.4.4 Determinação do oxigênio dissolvido (OD)

Embora existam diferentes técnicas, seu uso depende das características do ambiente, nesse caso, foi utilizado o equipamento oxímetro portátil, modelo JPB-70A (figura 6). Este medidor de oxigênio dissolvido (OD) permite realizar testes rápidos em menos de 30 segundos, e pode ser utilizado em qualquer ambiente. O procedimento realizado foi o seguinte:

- a) 30 mL das amostras de água coletadas em campo foram colocadas em béqueres;
- b) Foram efetuadas as medições com o oxímetro portátil;
- c) Os resultados obtidos através da leitura do aparelho mostram diretamente as condições em que se encontra o oxigênio dissolvido.

Figura 6 - Aparelho oxímetro portátil modelo JPB-70A



Fonte: Autor

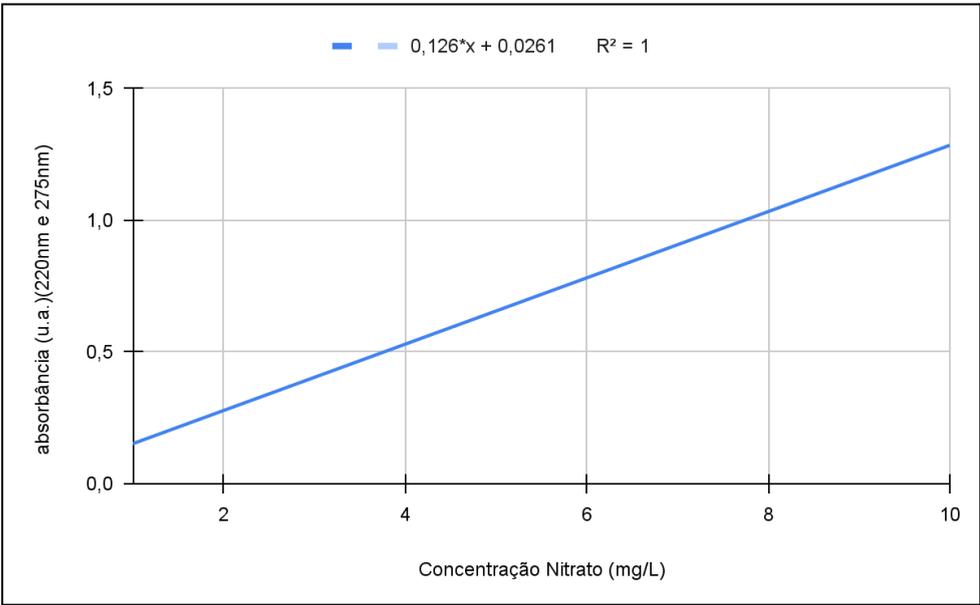
5.4.5 Determinação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO)

Consistiu em realizar uma medição inicial de OD e uma medição final, após cinco dias de incubação a 20°C, sendo o resultado expresso em miligramas de oxigênio consumido por litro de amostra, referente como DBO_{5,20}. Para a análise utilizou-se uma incubadora para DBO, modelo AT525 e o oxímetro modelo JPB-70A.

5.4.6 Determinação de Nitrato (N-NO₃)

As amostras foram homogeneizadas e colocadas em um balão volumétrico de 50 mL. Após esse processo, adicionou-se em cada balão volumétrico o volume de 1,0 mL de HCl 1,0 mol/L. Em seguida fez-se a leitura de absorbância nos comprimentos de onda 220 nm e 275 nm (Figura 6) utilizando o equipamento espectrofotômetro UV-visível, modelo SP 2000 UV (figura 8). A concentração de nitrato foi calculada utilizando a equação da reta (Figura 7) $y = 0,126x + 0,0261$ referente a curva de calibração, onde Y corresponde ao valor da absorbância e x corresponde a concentração de nitrato nas amostras.

Figura 7 - Curva de calibração para determinação de nitrato



Fonte : Autor.

Figura 8 - Equipamento espectrofotômetro modelo BEL 2000 UV



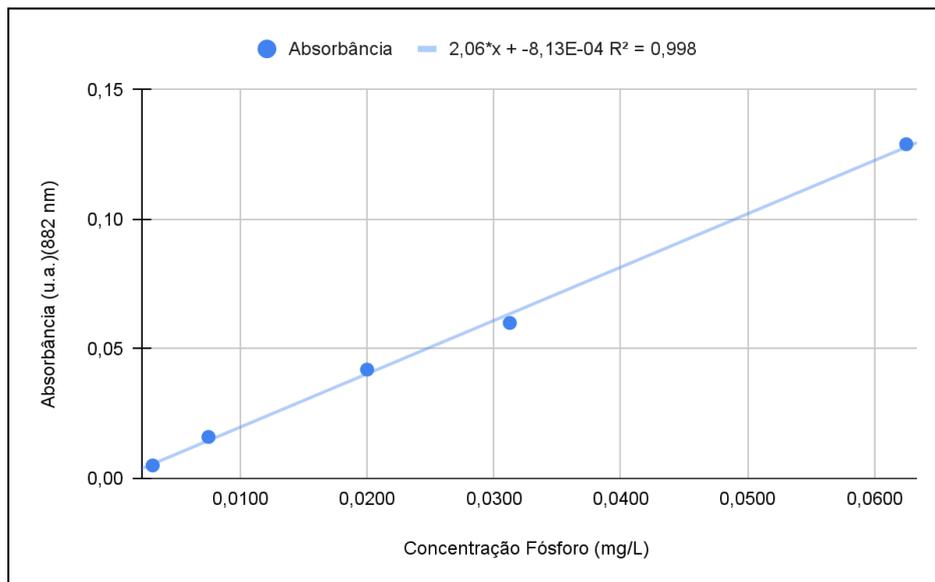
Fonte: Autor.

5.4.7 Determinação do Fósforo Total (P-PO₄)

A análise de fósforo foi realizada por espectrofotometria UV-Visível, seguindo o procedimento para a análise de fósforo total descrito no manual para análise de água da Funasa (2013). Neste procedimento, foi utilizado um equipamento de espectrofotometria UV-Visível, modelo SP 2000 UV. O método consiste na complexação do fósforo com molibdato, formando fosfomolibdato e na leitura por espectrofotometria em 882 nm. Foram preparados cinco padrões de fósforo nas concentrações de 0,0031; 0,0075; 0,0200; 0,0313 e 0,0625 P(mg/L) em balões volumétricos de 25 mL. Também foi preparado 25 mL de reagente misto¹ contendo 5 mL de molibdato de amônio 0,02 Molar; 12,5 mL de ácido sulfúrico 2,5 Molar; 5 mL de ácido ascórbico 0,3 Molar e 2,5 mL de tartarato de antimônio e potássio 0,002 Molar. Após o preparo das soluções padrões, foram retiradas alíquotas de 10 mL, adicionado 1 mL de reagente misto, deixou-se em repouso por 20 minutos e realizou-se as leituras das absorbâncias.

A concentração de fósforo nas amostras foi obtida através da equação da reta (Figura 9) $y = 2,06 x - 8,13 \times 10^{-4}$ onde, **y** corresponde ao valor da absorbância e **x** corresponde a concentração de fósforo nas amostras.

¹ O reagente misto deve seguir a ordem de adição para evitar a complexação e a oxirredução.

Figura 9 - Curva de calibração para determinação de fósforo

Fonte : Autor.

5.4.8 Determinação de Sólidos Totais (ST)

Para a análise de sólidos totais utilizou-se o método gravimétrico, o qual baseia-se na diferença entre a massa seca e a massa úmida, em relação ao volume de amostra disposta no ensaio. Colocou-se 50 mL de amostra em cadinhos previamente secos e pesados, levou-se à estufa de secagem (SOLAB - modelo SL100) entre 103 e 105 °C por 24 horas. Após esse período, retirou-se da estufa, esfriou-se em dessecador e pesou-se os cadinhos. A massa de resíduo remanescente nos cadinhos após a evaporação forneceu a quantidade de sólidos totais presentes nas amostras. O valor de sólidos totais foi calculado pela equação 2:

$$ST (mg/L) = (m_2 - m_1) \times 20 \quad (2)$$

Onde: m_2 = massa do cadinho + sólidos (após a evaporação)

m_1 = massa do cadinho

5.4.9 Determinação de Coliformes Totais e Fecais

As análises foram realizadas por meio da utilização do reagente colitest[®] e seguindo os procedimentos do número mais provável (NMP) para a estimativa de microrganismos presentes nas amostras. O Colitest é um substrato, cromogênico e fluorogênico desenvolvido para detecção simultânea de coliformes totais e fecais, facilitando a identificação de *Escherichia coli*, através da fluorescência e confirmação com o reagente indol.

Na presença de Coliformes totais e de *Escherichia coli*, as amostras com *colitest*® alteram sua cor inicial, passando de púrpura para uma tonalidade amarela quando positivo para coliforme totais e fluorescência azul quando positivo para *E.coli*. Caso não haja presença de coliformes, a solução permanece púrpura, indicando teste negativo para bactérias do grupo coliformes.

Após o período de incubação se estima o NMP por meio da contagem de casos positivos em cada diluição e verifica-se na tabela do Manual Prático de Análise de Água (FUNASA, 2013).

5.4.10 Determinação de Condutividade Elétrica

A medida da condutividade foi realizada através de um condutivímetro de bancada, modelo Gehaka-CG 1800 (figura 10). Esse aparelho possui um dispositivo que ao entrar em contato com a água, mede a tensão entre os dois eletrodos que estão dentro do dispositivo. Portanto, sempre que a tensão estiver alta é um indicativo de alta presença de sais e íons dissolvidos na água, fazendo com que haja um aumento na condutividade elétrica do material. O procedimento realizado foi o seguinte:

- a) 50 mL da água coletada em campo foi adicionada em 1 béquer;
- b) O condutivímetro de bancada foi ligado e esperou-se pela sua estabilização;
- c) Foi calibrado com solução padrão (cloreto de potássio, 1413,0 $\mu\text{S}/\text{cm}$);
- d) Foram obtidos os valores da condutibilidade elétrica, repetindo o procedimento com todas as amostras.

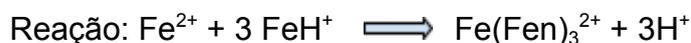
Figura 10 - Aparelho condutivímetro modelo Gehaka-CG 1800



Fonte : Autor.

5.4.11 Determinação de Ferro total

Na determinação espectrofotométrica do ferro, utilizou-se a reação com fenantrolina, formando um complexo $\text{Fe}(\text{Fen})_3^{2+} + 3\text{H}^+$, de cor laranja avermelhada. Segundo Vogel (1981), a concentração limite para o teste de ferro total (Fe^{2+} ; Fe^{3+}) utilizando o reagente Fenantrolina é de 1 em 1 500 000. A reação que ocorre é lenta e depende do pH. Utilizam-se soluções de cloridrato de hidroxilamina ou ácido ascórbico para manter o ferro na forma divalente e de uma solução tampão de acetato de sódio para estabilizar o pH em 4,5.



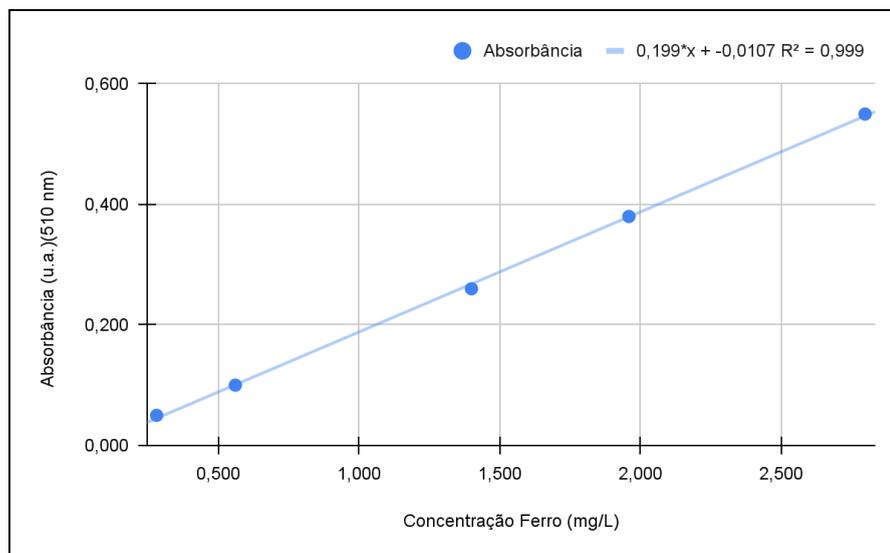
Para a construção da curva de calibração utiliza-se uma solução padrão de ferro utilizando sulfato ferroso amoniacal, $\text{Fe}(\text{NH}_4)_2(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, com concentração de 28 mg Fe/L.

Para fazer esta curva, utilizou-se o seguinte procedimento: alíquotas de 0,5; 1; 2; 3; 4 e 5 mL em balão volumétrico de 50 mL e adicionou-se a seguinte sequência de reagentes: 5 mL da solução tampão de acetato de sódio 2 mol/L com função de manter o pH 4,5, adiciona-se 2,5 mL de ácido ascórbico 1% e 2,5 mL de fenantrolina 0,1%, em seguida diluiu-se até a marca do balão com água destilada,

homogeneizou-se a solução e aguarda-se cerca de 15 minutos para realizar a leitura no espectrofotômetro no comprimento de onda 510 nm.

Para a análise de ferro nas amostras foi realizado o mesmo procedimento utilizado para a construção da curva de calibração e após a leitura da absorbância foi calculado a concentração de ferro utilizando a equação da reta (Figura 11) $y = 0,199x - 0,0107$ onde, y corresponde ao valor da absorbância e x corresponde a concentração de ferro nas amostras.

Figura 11 - Curva de calibração para determinação de ferro



Fonte : Autor.

5.4.12 Determinação de Alcalinidade

Foram utilizadas alíquotas de 50 mL das amostras, solução indicadora de verde de bromocresol/vermelho de metila (0,01%/0,02%) e solução de H_2SO_4 0,02N. A amostra foi titulada com H_2SO_4 0,02N até mudança da cor azul para o aparecimento da cor amarela. O cálculo da concentração foi determinado pela equação 3:

$$\text{Alcalinidade total (mg/L de CaCO}_3) = \text{Volume de H}_2\text{SO}_4 \text{ gasto} \times 20 \quad (3)$$

5.4.13 Determinação de Dureza

A determinação foi realizada por titulometria com solução padrão de EDTA 0,01 M, solução tampão de cloreto de amônio/hidróxido de amônio para manter o pH 10, solução indicadora de eriocromo T. Foram utilizadas alíquotas de 50 mL das amostras, agitando continuamente até o desaparecimento da cor púrpura avermelhada e o aparecimento da cor azul (final da titulação).

A concentração de dureza expressa em mg/L de CaCO_3 foi determinada pela equação 4, onde: Fc é o Fator de correção do EDTA padronizado:

$$\text{Dureza total (mg/L de CaCO}_3) = \left(\frac{\text{Volume de EDTA gasto} \times 1000 \times Fc}{\text{Volume de amostra (mL)}} \right) \quad (4)$$

5.4.14 Determinação da Cor

Para fazer a determinação da cor, utilizou as médias das leituras das amostras no aparelho portátil colorímetro AKSO, 0-500 PCU (Figura 12). O aparelho forneceu os valores de cor em unidade Hazen (uH) ou unidade Platina Cobalto (PCU). De acordo com o método, foi utilizado o seguinte procedimento:

- Após a estabilização do aparelho, colocou-se dentro do aparelho um frasco próprio com 10 mL de água ultra pura;
- Após fazer a leitura de referência, substituiu pelo frasco com 10 mL de água da amostra;
- Pela leitura da amostra comparando com a referência, obteve-se a cor da água coletada.

Figura 12 - Aparelho colorímetro modelo AKSO



Fonte: Autor.

5.5 Cálculo do Índice de Qualidade de Água (IQA)

Para calcular o IQA utilizou-se a calculadora ambiental². Preenchendo os campos do formulário com os valores dos parâmetros da água, conforme mostrado na Figura 13, a calculadora fornece um relatório detalhado dos resultados do IQA (exemplo no Anexo 1, disponível ao final do trabalho), para cada ponto de coleta, quanto mais alto o índice, melhor é a qualidade da água.

Figura 13 - Formulário utilizado para o cálculo do IQA

<p>Identificação da amostra</p> <input type="text" value="PT1"/> <p>Por favor, digite um texto que identifique a amostra.</p>	<p>saturação de oxigênio dissolvido (...)</p> <input type="text" value="6.5"/> <p>Por favor, digite um valor válido</p>
<p>Coliformes termotolerantes (NMP/...)</p> <input type="text" value="77"/> <p>Por favor, digite um valor válido</p>	<p>Potencial hidrogeniônico - pH</p> <input type="text" value="8.54"/> <p>Por favor, digite um valor válido</p>
<p>Demanda Bioquímica de Oxigênio...</p> <input type="text" value="9.3"/> <p>Por favor, digite um valor válido</p>	<p>Variação da temperatura da água ...</p> <input type="text" value="0"/> <p>Por favor, digite um valor válido</p>
<p>Nitrogênio total (mg/L)</p> <input type="text" value="20.6"/> <p>Por favor, digite um valor válido</p>	<p>Fósforo total (mg/L)</p> <input type="text" value="5.9"/> <p>Por favor, digite um valor válido</p>
<p>Turbidez (NTU)</p> <input type="text" value="6"/> <p>Por favor, digite um valor válido</p>	<p>Resíduos/Sólidos totais (mg/L)</p> <input type="text" value="123"/> <p>Por favor, digite um valor válido</p>
<p>CALCULAR LIMPAR CARREGAR MODELO</p>	

Fonte: Calculadora Ambiental. Disponível em <<https://app.e-licencie.com.br/calculadora/>>. Acesso em 10/09/2023.

² E-LICENCIE. Calculadora Ambiental. Disponível em: <<https://app.e-licencie.com.br/calculadora/#>>

6 RESULTADOS

Com base neste trabalho foram obtidas informações sobre a qualidade das águas, enfatizando a importância dos corpos hídricos para o município de Barra do Rio Azul, bem como, interpretando a influência antrópica no meio ambiente dentro da área de estudo.

Destaca-se que durante o período de coleta, entre os meses de janeiro à março (2023), referente à estação do verão, houve baixo volume de chuva na região; entre os meses de abril à agosto (outono e inverno) os volumes de precipitação aumentaram, isso reflete nos resultados das análises das águas, visto que as chuvas aumentam o volume de água e transportam materiais particulados da superfície para dentro desses corpos hídricos, influenciando nos resultados dos parâmetros analisados.

6.1 Descrição do ponto 1 (PT1)

Está localizado na cidade de Barra do Rio Azul RS, sendo este ponto referência para as medições da circunferência da área de estudo. O primeiro ponto está situado no perímetro urbano, onde dois rios se encontram, Rio Palomas e Rio Azul, formando um só, permanecendo o nome do Rio Palomas até o desembocar no Rio Uruguai. Notou-se que há pouca vegetação e árvores ao redor do encontro dos rios, não estando de acordo com a lei (Brasil. Lei 12651/2012) que estabelece as faixas marginais permanentes (FMP) conforme a largura do rio. Como esta cidade foi fundada antes desta lei, cabe à prefeitura local estabelecer vias de escoamento para garantir a segurança da população e dos corpos d'água sem causar danos ao meio.

No ponto de coleta há poucos vestígios de assoreamento em suas margens devido a grande quantidade de basalto, onde se encontra no primeiro ponto demarcado (PT1). O encontro dos Rios Palomas e Azul contém em torno de 15 metros de largura e 1,50 metro de profundidade (local mais fundo). Pode-se notar que os rios comportam pouca água em seu leito dependendo das estações do ano, sendo no verão menor quantidade de água, já no inverno há uma maior quantidade de precipitação, havendo o aumento do nível do rio. Podemos observar na figura 14 que os volumes de água nos rios tem relação direta com o período sazonal.

Figura 14 - Encontro dos rios Palomas e Azul - PT1



Coleta em Janeiro

Coleta em Agosto

Fonte: Autor.

6.2 Descrição do ponto 2 (PT2)

O ponto 2 localiza-se no Rio Palomas (Figura 15). Ao efetuar a coleta das 2 amostras, notou-se que um lado do rio está de acordo com a faixa marginal permanente (FMP), já o outro lado da borda apresenta assoreamento, não estando de acordo com as distâncias estabelecidas pela lei (Brasil. Lei 12651/2012), em decorrência da ação humana, para fins agropecuários. O rio tem aproximadamente 15 metros de largura, sendo a parte mais funda 1 metro, e 50 centímetros de profundidade nas bordas. A água estava com coloração clara no momento das coletas de acordo com as estações do ano.

Figura 15 - Ponto de coleta no Rio Palomas - PT2



Coleta em Janeiro

Coleta em Agosto

Fonte : Autor.

6.3 Descrição do ponto 3 (PT3)

O ponto 3 encontra-se localizado no Rio Azul (Figura 16), em um local com bastante vegetação e árvores de grande porte. Ambos os lados apresentam uma faixa marginal permanente (FMP), mas não é suficiente para suprir as necessidades perante as normas legais (Brasil. Lei 12651/2012), devido a largura do rio. No momento da coleta das amostras, o rio estava com água clara com pouco movimento em seu leito, devido a pouca declividade demográfica, o mesmo contém 15 metros de largura, sua profundidade chega a 1,50 metros (parte mais funda), já na borda 60 centímetros, contém bastante concentração de rocha basáltica.

Figura 16 - Ponto de coleta no Rio Azul - PT3

Coleta em Janeiro

Coleta em Agosto

Fonte : Autor.

6.4 Descrição do ponto 4 (PT4)

Localizado no Rio Palomas (figura 17), tal que os pontos 1, 2 e 3 se ligam a um único rio, onde percorre até desaguar no Rio Uruguai. O PT4 está de acordo com as normas legais propostas (Brasil. Lei 12651/2012), que estabelece as distâncias das faixas marginais permanentes (FMP) conforme a largura do rio. O mesmo contém 15 metros de largura e sua profundidade chega a 1,50 metros (parte mais funda), já na borda 60 centímetros, não havendo assoreamento em ambos os lados do leito, água clara no dia da coleta.

Figura 17 - Ponto de coleta no Rio Paloma - PT4



Coleta em Janeiro

Coleta em Agosto

Fonte : Autor.

6.5 Descrição do ponto 5 (PT5)

Localizado no Rio Palomas (Figura 18), este ponto está situado na barragem de captação de água que abastece a cidade de Itatiba do Sul - RS. Sua profundidade chega a 2 metros na parte mais funda e 1 metro nas bordas, já sua largura de 28 metros, não estando de acordo com a Lei 12651/2012, que estabelece áreas de preservação da faixas marginal permanente (FMP) conforme a largura do rio, contendo pouca vegetação nativa em ambos os lados do leito do rio. O local apresentava água clara nos dias de coleta.

Figura 18 - Ponto de coleta na barragem de captação - PT5



Coleta em Janeiro

Coleta em Agosto

Fonte : Autor.

6.6 Resultados das análises

Os valores para os parâmetros relativos ao IQA estão apresentados na (Tabela 2), a qual está organizada de acordo com o mês de coleta. Ressalta-se que nos meses de janeiro e março não foram efetuadas coletas no PT5.

Tabela 2 - Valores dos parâmetros para cálculo do IQA

Parâmetros	PT1				PT2				PT3				PT4				PT5			
	Mês de coleta				Mês de coleta				Mês de coleta				Mês de coleta				Mês de coleta			
	Jan	Mar	Mai	Ago	Jan	Mar	Mai	Ago	Jan	Mar	Mai	Ago	Jan	Mar	Mai	Ago	Jan	Mar	Mai	Ago
Temperatura (°C)	25	23	10	16	25	23	10	16	25	23	10	16	25	23	10	16	*	*	10	16
pH	7,75	8	7,1	7,61	7,55	7,75	7,29	7,65	7,57	7,79	7,23	7,53	7,68	7,81	7,25	7,68	*	*	7,33	7,34
Sólidos Totais (mg/L)	0,086	0,126	0,118	0,036	0,06	0,114	0,132	0,032	0,084	0,124	0,134	0,036	0,078	0,124	0,130	0,038	*	*	0,116	0,059
Turbidez (NTU)	5,76	31,4	5,1	28	3,71	30,4	4,71	40	3,6	22,15	4,19	34	6,05	51,55	4,85	34	*	*	4,39	34
Oxigênio Dissolvido (mgO2/L)	1,84	3,7	5,5	14,2	1,16	3,7	5,5	12,3	1,12	3,5	5,6	12,3	0,04	3,5	5,8	13,4	*	*	5,4	13,3
DBO (mgO2/L)	1,86	1,1	0,1	1,35	1,16	1,3	0	2,5	1,16	1,8	0,1	2,7	0,004	1,3	0,2	4,15	*	*	0	3,45
Fósforo Total (P-PO4 mg/L)	0,0019	0,0111	0,0023	0,0023	0,0045	0,0086	0,0023	0,0077	0,0019	0,0077	0,0023	0,0033	0,0038	0,0111	0,0033	0,013	*	*	0,0019	0,0028
Nitrato (N-NO3 mg/L)	4,62	2,02	2,77	2,22	4,69	2,59	3,67	2,5	4,87	2,10	3,02	3,25	4,6	2,75	2,78	3,28	**	*	3,4	2,75
Coliformes Termotolerantes (NMP/100mL)	500	500	1600	≥1600	15	17	15	≥1600	80	33	90	≥1600	70	33	140	≥1600	*	*	15	≥1600

Fonte: Elaborado pelo autor;

Nota: * Análises não realizadas no período.

Além dos 9 parâmetros estabelecidos pelo índice de qualidade de água (IQA), foram efetuadas análises de mais 6 parâmetros (Tabela 3) para determinar as condições em que se encontram essas águas, do mesmo modo não foram efetuadas as coletas no ponto 5 (PT5) nos mês de janeiro e março.

Tabela 3 - Parâmetros complementares de qualidade de água

Fonte: Elaborado pelo autor.

Parâmetros	PT1				PT2				PT3				PT4				PT5			
	Mês de coleta				Mês de coleta				Mês de coleta				Mês de coleta				Mês de coleta			
	Jan	Mar	Mai	Ago	Jan	Mar	Mai	Ago	Jan	Mar	Mai	Ago	Jan	Mar	Mai	Ago	Jan	Mar	Mai	Ago
Coliformes Totais (NMP/100mL)	1600	>1600	≥1600	≥1600	130	130	≥1600	≥1600	50	300	1600	≥1600	80	34	1600	≥1600	*	*	≥1600	1600
Condutividade Elétrica (µS/cm)	145,65	152,35	296	119,7	141,15	138,95	240	110,85	177,1	172,3	308	118,35	153,75	150,35	275	115	*	*	272	108,55
Cor (PCU)	26,5	109,5	0	47	20	102	30	27	31	81,5	0	42	23	142,5	27	36	*	*	0	30
Alcalinidade mg CaCO ₃ /L	12,8	15,38	10,3	12,82	14,1	11,28	10,3	12,82	18	15,38	10,3	12,82	19,2	15,38	10,3	12,82	*	*	10,3	12,82
Dureza mg CaCO ₃ /L	54	56	20	28	54	50	20	40	62	80	20	34	52	52	20	34	*	*	20	34
Ferro mg/L	0,04	0,04	0,034	0,044	0,04	0,04	0,034	0,051	0,04	0,04	0,034	0,044	0,04	0,04	0,034	0,036	*	*	0,034	0,034

Nota: * Análises não realizadas no período.

Utilizando-se a calculadora ambiental obtivemos o valor de IQA para cada ponto de coleta correspondente às coletas de água, mostrado na tabela 4.

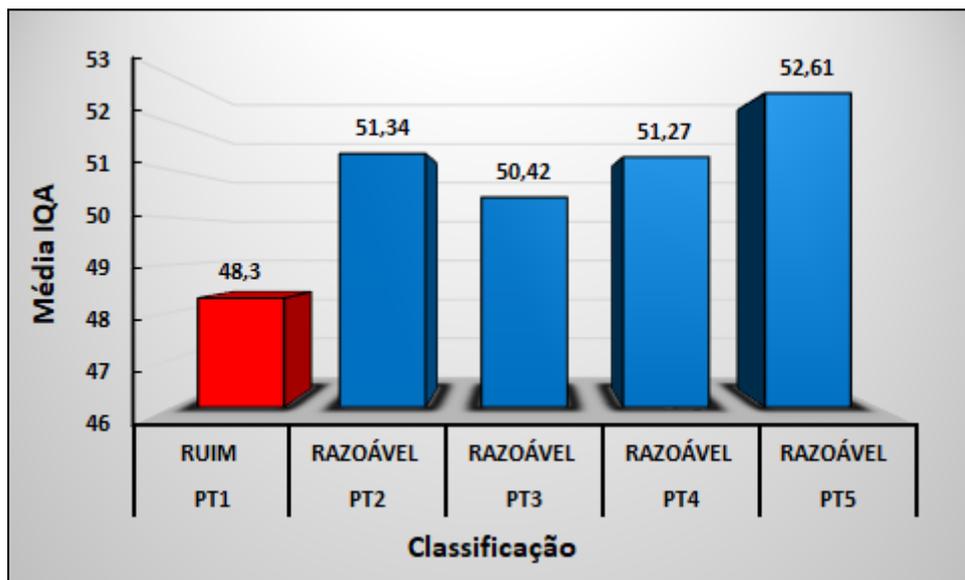
Tabela 4 - Valores de IQA relativo a cada ponto de coleta

Mês de Coleta	IQA PT1	IQA PT2	IQA PT3	IQA PT4	IQA PT5
Janeiro	47,08	52,23	50,75	54,63	*
Março	46,07	50,44	50,09	47,92	*
Mai	50,52	58,33	56,47	54,91	58,65
Agosto	49,53	45,92	46,48	46,05	46,57

Fonte: Autor . Nota: *Valor de IQA não determinado na data de coleta.

Com os valores de IQAs calculados podemos considerar as médias para cada ponto de coleta e enquadrar na classificação conforme apresentado na tabela 1, onde encontram-se as faixas de IQA e a classificação da qualidade da água segundo a FEPAM - RS. Assim, observamos que o PT1 apresentou um IQA ruim, já os pontos PT2, PT3, PT4 e PT5 ficaram com a classificação razoável (Figura 19). Do ponto 1 ao ponto 4 pode estar ocorrendo processos de autodepuração da água, o que explica a mudança no valor do IQA e a sua classificação para razoável.

Figura 19 - Classificação e média do IQA

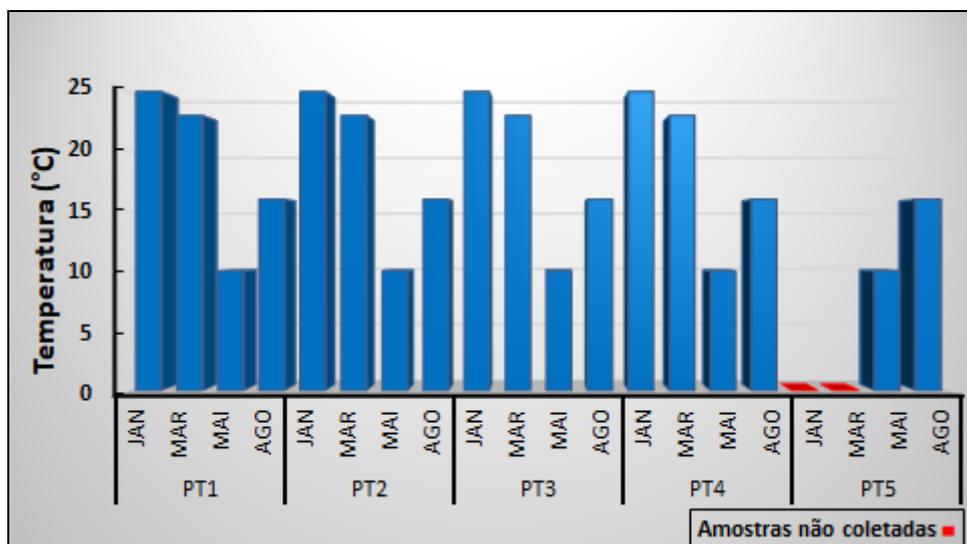


Fonte: Autor.

6.6.1 Temperatura

Pelos resultados obtidos a partir da temperatura durante o período notou-se que os pontos: PT1, PT2, PT3, PT4, PT5 apresentaram as mesmas variações de temperaturas, conforme o período de coletas das amostras, como evidenciado na (figura 20), ressaltando que no PT5, nos meses de Janeiro e Março não foram efetuado a coleta de água. Podemos concluir que nos meses de Janeiro e Março (verão), apresentaram temperaturas entre 20 °C e 25 °C, já Maio e Agosto (outono, inverno) apresentaram temperaturas entre 10 °C e 16 °C.

Figura 20 - Valores obtidos para a temperatura



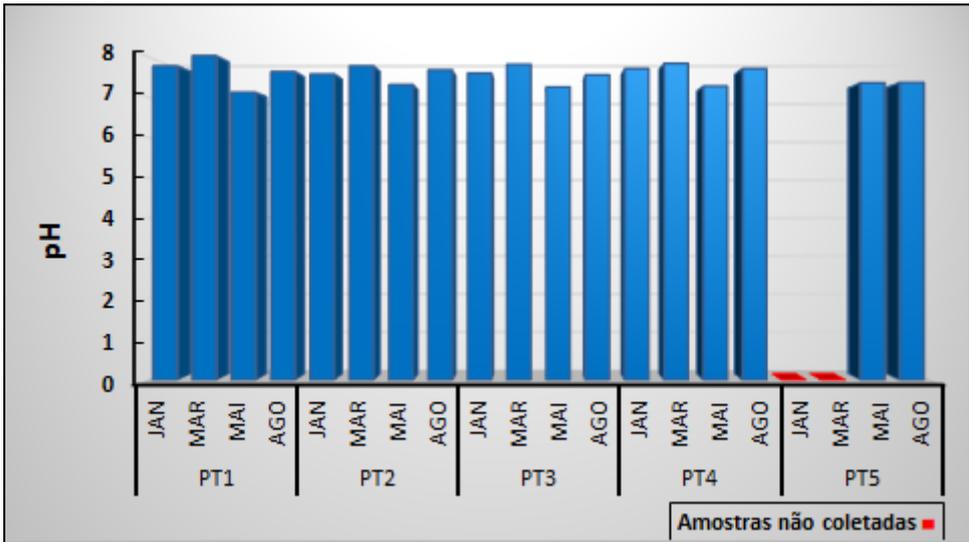
Fonte: Autor.

6.6.2 pH

Percebeu-se pela análise do pH que os PT1, PT2, PT3, PT4, PT5, apresentaram valores de pH entre 7 e 8 (Figura 21) ficando dentro da faixa da resolução CONAMA 357/05, cujos valores encontram-se na faixa de pH 6 a 9.

Nota-se que em maio houve uma leve diminuição no pH em relação aos demais meses de coleta, isso pode ter ocorrido devido a uma precipitação anterior ao dia de coleta, ocasionando numa diluição e diminuindo a concentração de íons H^+ ou OH^- nas amostras, alterando assim o pH.

Figura 21 - Valores obtidos para o pH

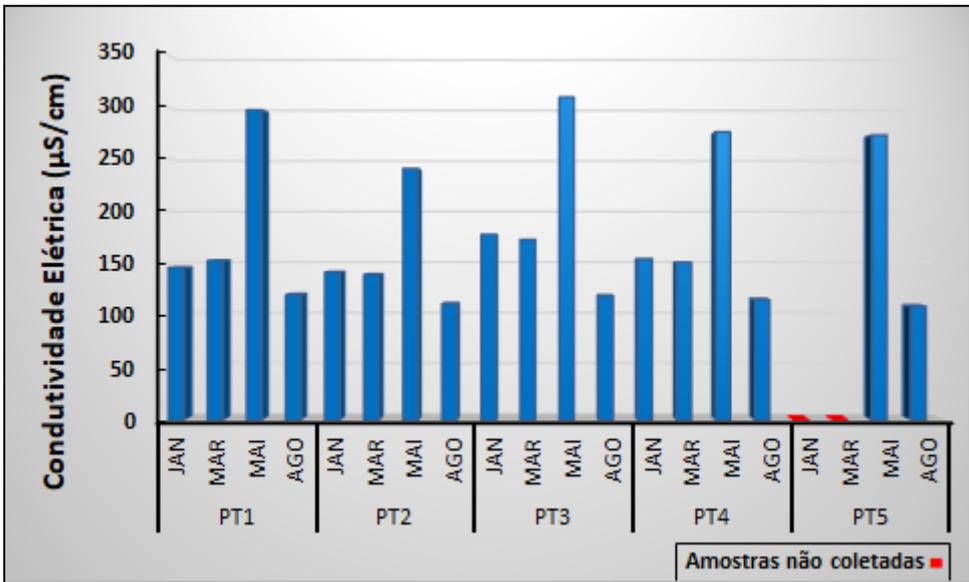


Fonte: Autor.

6.6.3 Condutividade elétrica

A condutibilidade elétrica está relacionada com a quantidade de íons presentes na água. Pode-se notar que os pontos PT1, PT2, PT3, PT4 e PT5 em Janeiro, Março e Agosto ficaram numa faixa entre 110 a 180 $\mu\text{S/cm}$, já em Maio no PT1, PT2, PT3, PT4, PT5, apresentou valores entre 230 a 310 $\mu\text{S/cm}$ (Figura 22). Isso indica que no mês de maio, que apresentou o maior volume de precipitação dentre os meses de coleta (Figura 1), houve influência no aumento da condutividade devido à maior presença de íons dissolvidos nas águas provenientes da dissolução de material do solo e/ou da turbulência no leitos desses rios.

Figura 22 - Valores obtidos para a condutividade elétrica



Fonte: Autor.

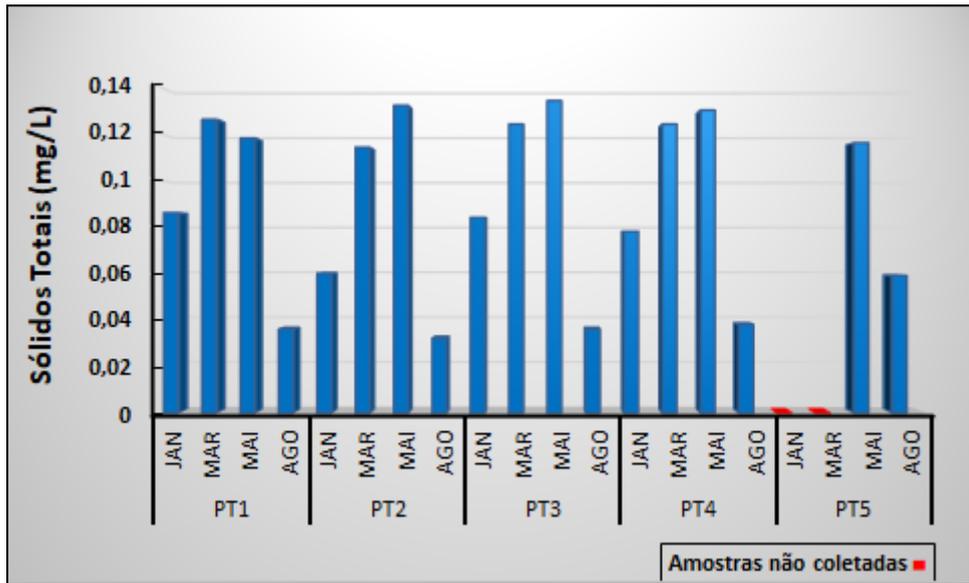
6.6.4 Sólidos totais

Os sólidos totais estão relacionados com a concentração da matéria (inorgânica/orgânica) que permanece como resíduo após a evaporação de uma amostra. Fatores relacionados com o aumento dos sólidos totais pode estar relacionado com os períodos de precipitações e lixiviação superficial do solo, ocorrendo arraste de matéria para dentro dos corpos hídricos.

A figura 23 mostra a variação dos sólidos totais, podendo-se observar que os maiores valores ocorreram nos meses de março e maio, ficando entre 0,114 e 0,134 mg/L e os menores valores nos meses de janeiro e agosto, ficando na faixa de 0,032 e 0,086 mg/L (Tabela 2). Os sólidos totais correspondem ao material residual registrado em um recipiente após a secagem da amostra a 150 °C na estufa. Nesse processo, nos resultados estão incluídos os sólidos dissolvidos e sólidos suspensos e sua concentração normalmente é proporcional à condutividade e salinidade presente na amostra.

Uma explicação plausível em relação aos valores das concentrações de sólidos totais no mês de março, quando ocorreu baixa precipitação, poderia ser o aumento da concentração dos sais presentes nas águas devido ao baixo volume de água nos cursos hídricos. Por outro lado, no mês de maio, em que houve maior precipitação e as amostras foram coletadas dois dias depois de ter chovido na região, fez com que houvesse mais sólidos suspensos e mais sólidos dissolvidos, acarretando em maior concentração de sólidos totais. Já no mês de agosto, apesar de ter chovido, as amostras foram coletadas em uma semana sem precipitação, logo ocorreu a precipitação das partículas suspensas e o volume de água acarretou na diluição dos sais, isso fez com que a concentração de sólidos totais ficasse menor que a do mês de maio.

Figura 23 - Valores obtidos para sólidos totais

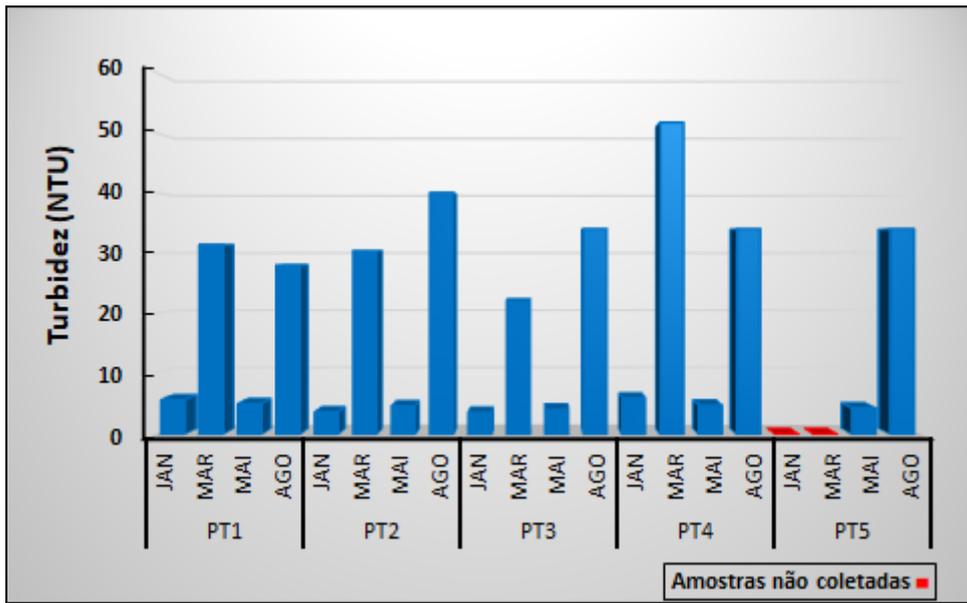


Fonte: Autor.

6.6.5 Turbidez

Os fatores que influenciam a turbidez são vários, como por exemplo, o excesso de chuvas, crises hídricas, problemas de erosão no solo, práticas agropecuárias ou excesso de algas na água. A turbidez é provocada pela presença de partículas em suspensão na água, assim, podemos notar que nos meses de janeiro e maio os valores de turbidez ficaram entre 3 a 5 NTU e nos meses de março e agosto entre 23 a 53 NTU (Figura 24). Como pode perceber, não houve uma resposta significativa perante o valor encontrado no PT4 em março. Não foi possível relacionar a turbidez das amostras de água coletadas com os períodos de seca ou chuva.

Figura 24 - Valores obtidos para turbidez

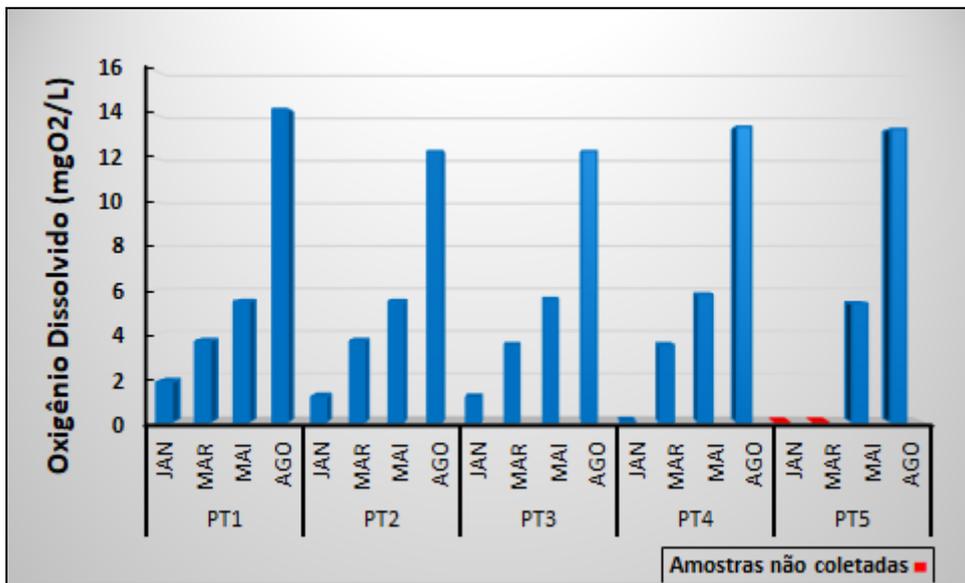


Fonte: Autor.

6.6.6 Oxigênio dissolvido

Podemos notar que nos pontos PT1, PT2, PT3 e PT4 apresentaram nos meses de janeiro e março valores entre 0,04 e 3,7 mgO₂/L (Figura 25), já nos meses de maio e agosto, quando houve aumento de precipitação, os valores de oxigênio dissolvido nos pontos PT1, PT2, PT3, PT4 e PT5 ficaram na faixa de 5,5 a 14,2 mgO₂/L (Tabela 2).

Figura 25 - Valores obtidos para oxigênio dissolvido

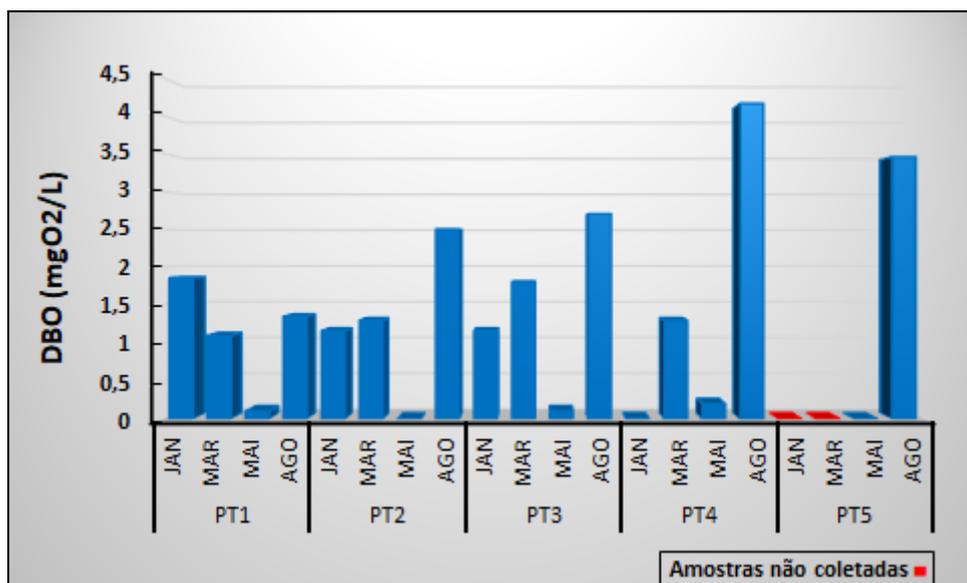


Fonte: Autor.

6.6.7 Demanda biológica de oxigênio

A Resolução CONAMA nº 357/2005 (Quadro 2) estabelece o limite máximo de 3 mgO₂/L para classe 1, 5 mgO₂/L para classe 2 e 10 mgO₂/L para classe 3, não havendo um limite máximo para classe 4 e para a classe especial não deve haver a presença de matéria orgânica na água. Sendo assim, os valores DBO em todos os pontos tiveram valores menores que 5 mg O₂/L. Isso indica que as águas desses rios apresentam baixo teor de matéria orgânica. Podemos observar na figura 26 que o ponto PT4 e PT5 apresentaram os maiores valores de DBO no mês de agosto, seguido pelos pontos PT2 e PT3 no mesmo mês. Já o ponto PT1 teve seu máximo em janeiro. No mês de maio, o aumento no volume de água nos rios devido às precipitações no dia de coleta das amostras, ocorreu maior oxigenação das águas e, conseqüentemente, menores valores de DBO, indicando que o processo de autodepuração desses rios mostrou-se mais eficiente.

Figura 26 - Valores obtidos para demanda biológica de oxigênio

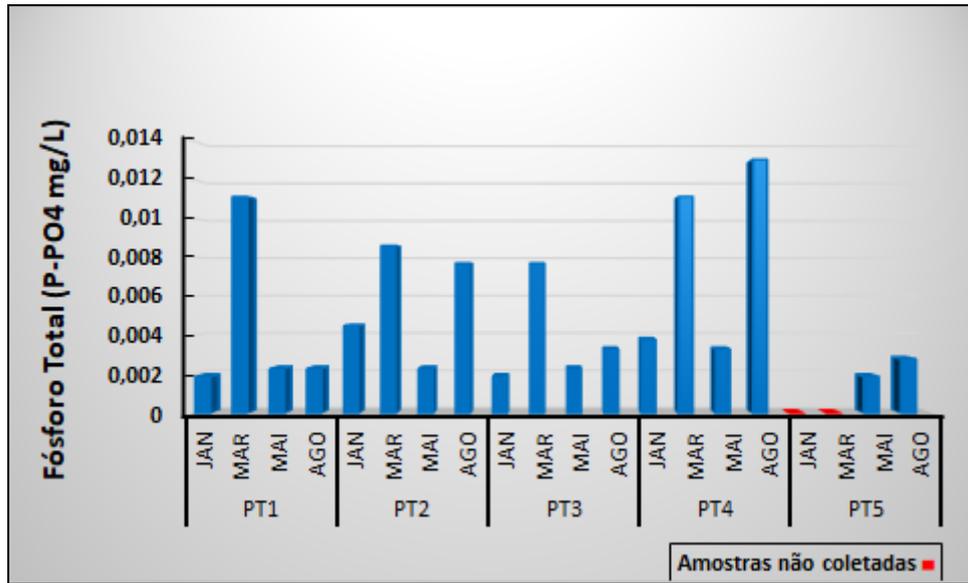


Fonte: Autor.

6.6.8 Fósforo total

De acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em sua Resolução 357/2005, (Quadro 2) estabelece o limite máximo de fósforo total para o parâmetro nas classes 1 e 2 com valor $\leq 0,1$ mg/L, e para a classe 3 com valor $\leq 0,15$ mg/L. Observando a figura 27, percebe-se que a concentração de fósforo nas amostras foi menor que 0,15 mg/L. Pelas análises, o maior valor de fósforo total foi observado no ponto PT4, no mês de agosto, cujo valor foi de 0,013 mg/L (Tabela 2).

Figura 27 - Valores obtidos para o fósforo total

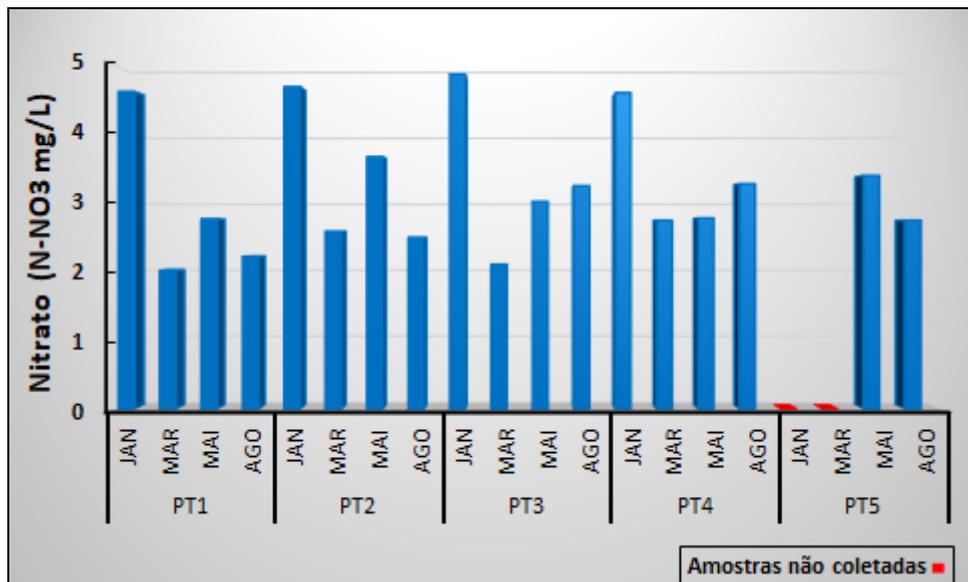


Fonte: Autor.

6.6.9 Nitrato

De acordo com Resolução do (CONAMA 357/2025), o limite de Nitrato para o parâmetro em todas as classes é 10 mg/L N-NO₃ (Quadro 2). Assim, nota-se na figura 28 que no mês de janeiro os valores obtidos para o nitrato nos pontos PT1, PT2, PT3 e PT4 ficaram entre 4,5 e 5 mg/L N-NO₃, abaixo do recomendado, e portanto apresentando valores adequados.

Figura 28 - Valores obtidos para o nitrato

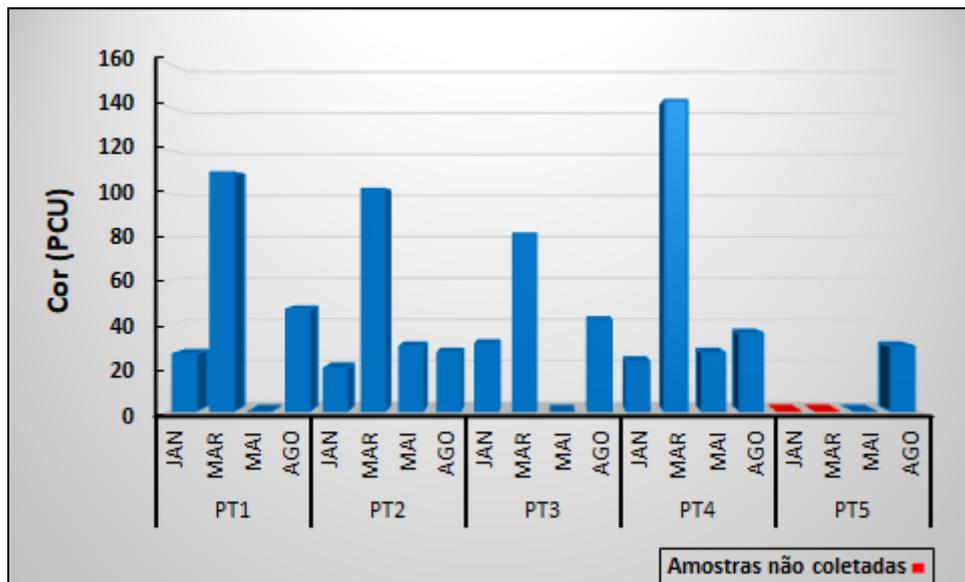


Fonte: Autor.

6.6.10 Cor

Comparando os valores obtidos para o parâmetro cor com a Resolução CONAMA 357/2025, podemos observar que no mês de março os valores foram superiores ao estabelecido pela resolução (75 PCU), nos demais meses os valores encontram-se menores que 75 PCU (Figura 29), sendo que no ponto PT4 no mês de março obteve-se o valor de 142,5 PCU.

Figura 29 - Valores obtidos para a cor

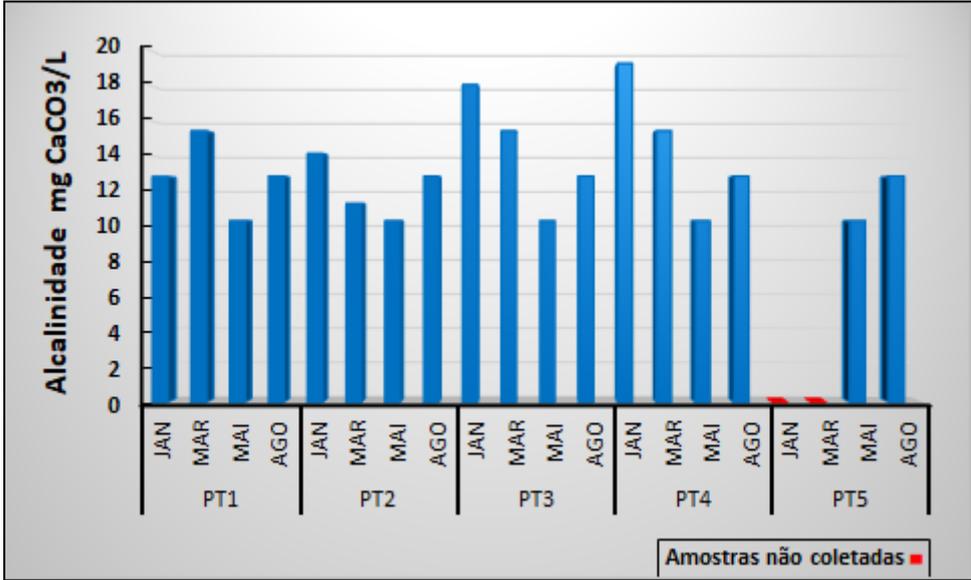


Fonte: Autor.

6.6.11 Alcalinidade

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) em sua Resolução 357/2005 não estabelece a alcalinidade total como parâmetro indicador de qualidade das águas superficiais. No entanto, como as águas desses mananciais são utilizadas na agricultura, se a alcalinidade estiver muito alta, os nutrientes que as plantas necessitam para crescer não estarão disponíveis. Caso estas águas sejam utilizadas no processo de tratamento de água potável, este parâmetro torna-se importante para que ocorra eficiência no processo de coagulação durante o tratamento. Pelas análises obtidas, observa-se que a alcalinidade ficou na faixa de 10 a 20 mg/L CaCO₃, considerando o período de coleta (Figura 30).

Figura 30 - Valores obtidos para a alcalinidade



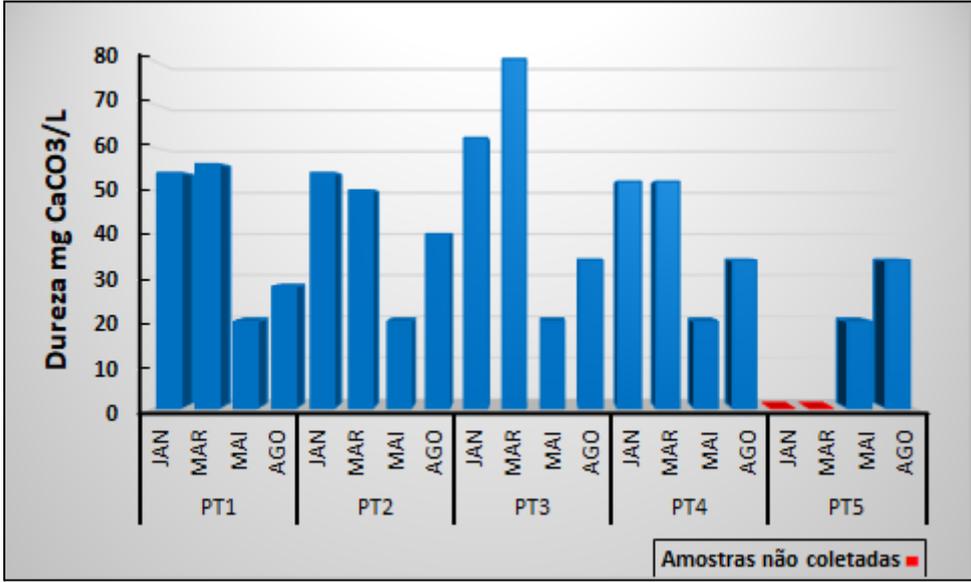
Fonte: Autor.

6.6.12 Dureza

O parâmetro de dureza total não está contido na resolução do CONAMA 357/2005. Portanto, os dados foram comparados com a portaria do Ministério da Saúde nº 888/2021 referente a qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, tendo como valor máximo permitido (VMP) 300 mg/ L.

Os resultados obtidos (Figura 31) mostram que as águas apresentaram valores inferiores de dureza em relação ao VMP estabelecido pelo Ministério da Saúde, ficando entre 20 e 80 mg/L. Observou-se que nos meses de janeiro e março obteve-se os valores mais elevados de dureza (50 a 80 mg/L) e nos meses de maio e agosto os valores mais baixos (20 a 40 mg/L). Também, podemos observar que o PT3, no mês de março, apresentou o maior valor de dureza (80 mg/L).

Figura 31 - Valores obtidos para a dureza

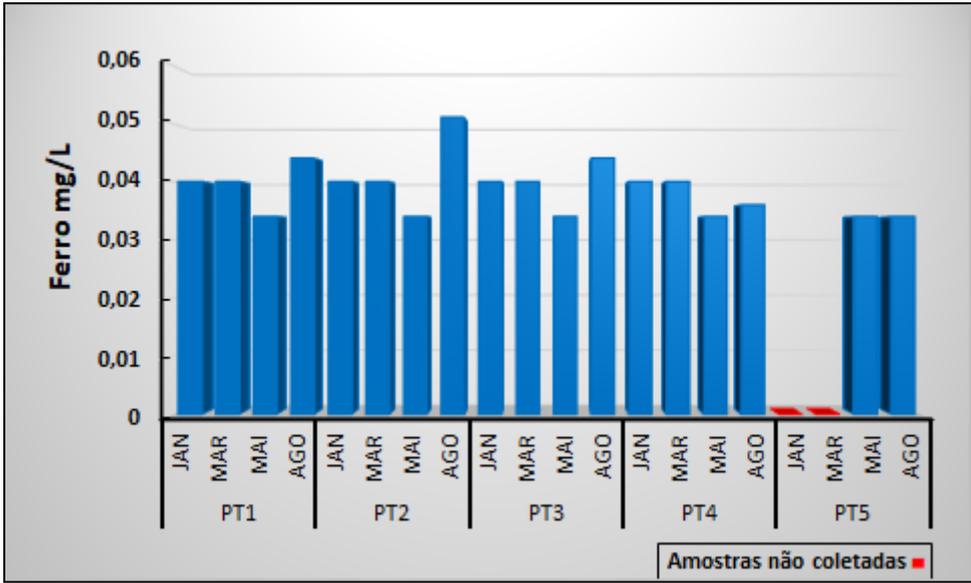


Fonte: Autor.

6.6.13 Ferro

Segundo a Resolução CONAMA 357/2005 a classe especial e as classes 1 e 2 devem ter no máximo 0,3 mg/L de ferro dissolvido e a classe 3 valor máximo de 5 mg/L de ferro dissolvido, já a classe 4 não há um valor de referência. Podemos perceber que as águas dos rios Palomas e rio Azul possuem concentrações de ferro entre 0,034 e 0,051 mg/L (Figura 32). A variação entre os meses de coleta e entre as amostras não foi significativa.

Figura 32 - Valores obtidos para o ferro



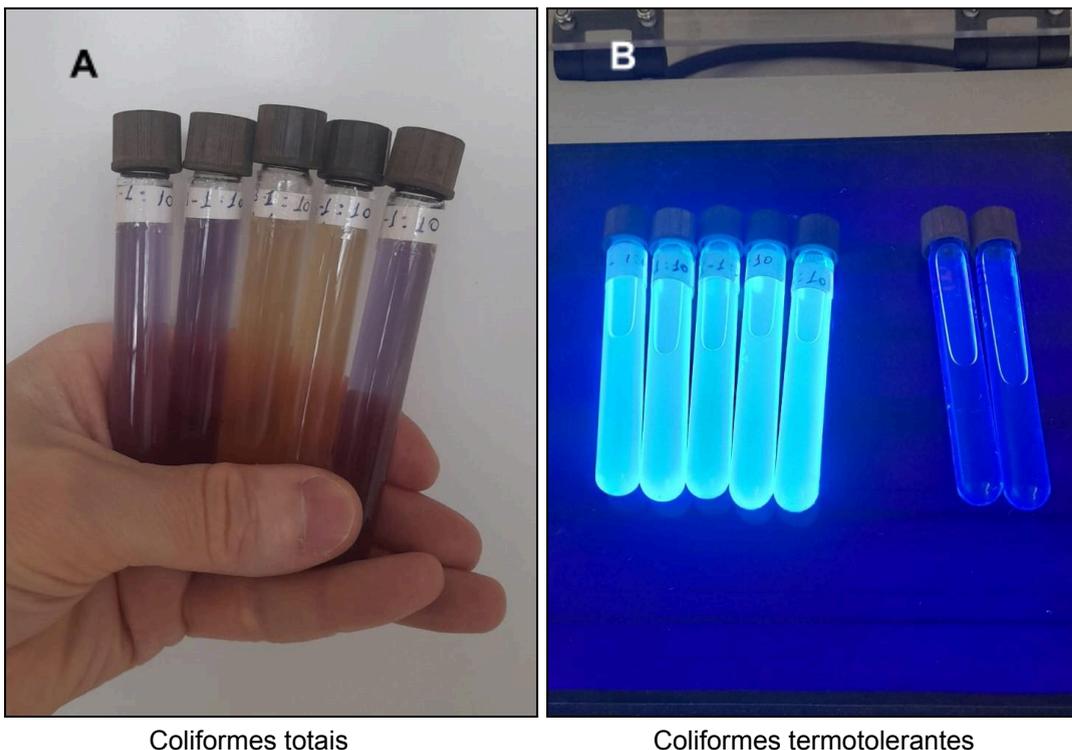
Fonte: Autor.

6.6.14 Coliformes totais e Coliformes termotolerantes

Na determinação microbiológica relativo a presença de coliformes totais e termotolerantes nas amostras, utilizando o método do número mais provável (NMP) através do ensaio com o reagente *Colitest*, observou-se que no ponto (PT1) localizado no perímetro urbano, obteve-se o número mais provável superior aos demais pontos, como pode observar nas tabelas 2 e 3.

Como exemplo, na figura 33 (A) o teste na presença de Coliformes totais e de *Escherichia coli*, a amostra com *Colitest*® alteram sua cor inicial, passando de púrpura para uma tonalidade amarela visualmente, mostrou-se positivo para coliformes totais e na figura 33 (B) o teste mostrou positivo para *E.coli*, coliformes termotolerantes, com sua coloração azul fluorescente.

Figura 33 - Identificação de coliformes



Fonte: Autor.

6.7.15 Classificação dos pontos de coleta

Pelo estudo avaliativo sobre a qualidade da água do rio Palomas e rio Azul, no Município de Barra do Rio Azul -RS, podemos classificar todos os pontos como classe 1 ou 2. No entanto, o PT1, localizado no perímetro urbano, apresentou valores maiores de coliformes termotolerantes, sendo considerado como um ponto crítico e com possibilidade de redução na qualidade da água.

Como as análises foram realizadas em meses diferentes, observou-se que a variação nos valores de praticamente todos os parâmetros são diretamente influenciados pelas precipitações. De maneira simplificada, o aumento na quantidade de água disponível pode ocasionar a diluição, o arraste de materiais e sedimentos para os corpos hídricos, ou o aumento na concentração de sais devido a evaporação das águas, principalmente em períodos de temperaturas mais elevadas e com baixa precipitação de acordo com a estação do ano, como podemos perceber na figura 14, que mostra diferentes volumes de água nos rios referente aos meses de janeiro e agosto. Ressalta-se que no mês de março ocorreu na região uma crise hídrica, o que pode ter levado ao aumento da turbidez e da cor da água devido à redução do fluxo de água nos rios. Isso ocorre porque a menor quantidade de água disponível não consegue diluir adequadamente as partículas suspensas, como sedimentos e matéria orgânica.

No mês de janeiro a concentração de oxigênio dissolvido nas águas esteve abaixo dos limites para o parâmetro (Quadro 2) para as classes de água especiais, as classes 1, 2, 3 e 4, pois apresentou valores menores que 2 mg/L de O₂. No entanto, nos meses de março, maio e agosto os valores de oxigênio dissolvido aumentaram. Um possível motivo para esse comportamento está relacionado com as precipitações, pois isso acarreta no aumento de volume de água nos rios e no aumento do fluxo e da turbulência e, conseqüentemente, na aeração dessas águas.

O valor de alcalinidade obtido está enquadrado no intervalo entre 30 a 500 mg/L CaCO₃ e indica normalidade nos processos de decomposição da matéria orgânica, assim como na taxa de respiração dos microrganismos (Moraes, 2008). Em relação à dureza, os valores se encontram em acordo com o estabelecido pelo ministério da saúde, sendo importante enfatizar que em períodos onde ocorreram menor precipitação (janeiro e março), houve um aumento nos valores de dureza, provavelmente devido a maior concentração de íons de cálcio e magnésio. Nos períodos onde ocorreu maior precipitação, houve diluição das águas desses rios, influenciando diretamente na análise da dureza.

Pode-se identificar que no ponto PT1 apresentou maior concentração de coliformes totais e termotolerantes por estar no perímetro urbano da cidade, dessa forma, as águas se enquadraram na classe 3 pela Resolução CONAMA 357/2005. Porém, nos demais pontos analisados, observamos que as águas podem ser enquadradas nas classes 1 e 2. Notou-se que no período mais chuvoso (maio e

agosto) as concentrações de coliformes (totais e termotolerantes) tiveram, em média, um aumento quando comparado aos meses de (janeiro e março), como mostrado nas tabelas 2 e 3.

Para enquadrar as classes das águas e a qualidade da água referente a cada ponto amostral foi utilizado o esquema abaixo (Figura 34).

Figura 34 - Classes de enquadramento e qualidade das águas



Na tabela 6 estão apresentados os enquadramentos dos pontos de coleta, conforme o mês da coleta, o valor do IQA e a classificação das águas pela resolução CONAMA 357/05.

Quadro 7 - Classificação do IQA e CONAMA

Pontos de Coleta	Mês	IQA	Classificação IQA	Classificação CONAMA 357
PT1	Janeiro	47,08	Ruim	classe 4
PT1	Março	46,07	Ruim	classe 4
PT1	Maio	50,52	Ruim	classe 4
PT1	Agosto	49,53	Ruim	classe 4
PT2	Janeiro	52,23	Razoável	classe 2 ou classe 3
PT2	Março	50,44	Ruim	classe 4
PT2	Maio	58,33	Razoável	classe 2 ou classe 3
PT2	Agosto	45,92	Ruim	classe 4

PT3	Janeiro	50,75	Ruim	classe 4
PT3	Março	50,09	Ruim	classe 4
PT3	Maio	56,47	Razoável	classe 2 ou classe 3
PT3	Agosto	46,48	Ruim	classe 4
PT4	Janeiro	54,63	Razoável	classe 2 ou classe 3
PT4	Março	47,92	Ruim	classe 4
PT4	Maio	54,91	Razoável	classe 2 ou classe 3
PT4	Agosto	46,05	Ruim	classe 4
PT5	Janeiro	*	*	*
PT5	Março	*	*	*
PT5	Maio	58,65	Razoável	classe 2 ou classe 3
PT5	Agosto	46,57	Ruim	classe 4

Fonte: Autor

Nota: * Valor de IQA não determinado na data de coleta.

Considerando os valores médios do IQA em cada ponto, o PT1 apresentou IQA ruim em todos os meses de coleta, enquadrando-se na classe 4 e os demais pontos IQA razoáveis enquadrando-se nas classes 2 ou 3.

É importante destacar que, por exemplo, no PT3 temos três valores de IQA ruim e um razoável. Porém, apesar do IQA no mês de maio apresentar valores bem melhores e aumentar a média numérica do IQA, não significa que aquele corpo hídrico seja razoável. Isso corrobora com o fato de que ele apresenta três vezes mais a classe 4 e apenas uma vez a classe 2 ou 3.

Para que essas águas tivessem um enquadramento na classe 1, de acordo com a resolução CONAMA 357/05, seria necessário que o parâmetro de oxigênio dissolvido apresentasse valor $\geq 6\text{mgO}_2/\text{L}$ e de coliformes termotolerantes valores ≤ 200 NMP.

Nesse estudo observou-se que nos pontos PT2 e PT5 apresentaram faixa marginal permanente (FMP) parcial. Dessa maneira, a retirada da vegetação superficial do solo para fins de plantio ou setor agropecuário pode ocasionar modificação em sua paisagem, onde o solo fica exposto às erosões conforme as

intempéries e as precipitações. Isso acaba carreando certa quantidade de solo e matéria orgânica para dentro dos rios, fazendo com que haja alterações nos parâmetros da água, como por exemplo, a DBO, além de modificações da paisagem, isso vai depender do tipo de solo presente na região e do uso e ocupação do solo.

Um ponto importante é a depuração natural em corpos hídricos, a qual refere-se aos processos biológicos, químicos e físicos naturais que ocorrem em rios, lagos e outros corpos de água, responsáveis pela remoção de poluentes e pela manutenção da qualidade da água, tais como diluição, sedimentação, aeração, biodegradação, fotodegradação e absorção. Embora a depuração natural seja eficaz, ela pode ser insuficiente em casos de poluição severa ou contínua (Valente, 2005).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através deste estudo foi possível analisar alguns parâmetros de qualidade de água e verificar que esses mananciais sofrem influência direta do fator precipitação, do uso e ocupação inadequada do solo e da expansão da área urbana. Pelo índice de qualidade de água (IQA) essas águas podem ser classificadas como razoáveis e ressaltando que o PT1 apresentou um IQA ruim, provavelmente devido a proximidade com o perímetro urbano.

A partir do ocorrido no mês de maio de 2024, devido às altas precipitações que atingiram o Estado do Rio Grande do Sul e fizeram com que os mananciais e córregos transbordassem, gerando grandes inundações, deslizamentos de terra, pontes levadas pela força das águas, muitas cidades foram devastadas, inclusive a cidade de Barra do Rio Azul - RS, localizada no norte do Rio Grande do Sul - RS. O fato ocasionou perdas imensuráveis ao setor agropecuário, industrial e à população em geral. Todas essas mudanças climáticas e seus impactos nos levam à reflexões sobre a relação homem/natureza e quão ampla é a importância e a atuação do engenheiro ambiental e sanitário diante destes cenários de calamidades.

Dependendo da intensidade dos fenômenos El Niño ou La Niña, os rios Palomas e Azul estão suscetíveis aos efeitos de eventos climáticos extremos, como secas e inundações, que podem afetar a disponibilidade e a qualidade das águas. Isso torna cada vez mais importante a preservação de suas nascentes e faixa marginal permanente, tendo em vista sua conservação das matas ciliares e o uso adequado dos recursos hídricos perante as normas legais disponíveis no código florestal (Brasil. Lei 12651/2012).

Assim, este trabalho acadêmico de conclusão do curso de bacharelado em Engenharia Ambiental e Sanitária permitiu uma ampla visão como futuro engenheiro, tal que uma gestão correta dos recursos hídricos abre portas para vários fins exploratórios dessas águas de acordo com as normas estabelecidas na legislação ambiental.

REFERÊNCIAS

AHRENS, S. **O novo Código Florestal brasileiro: conceitos jurídicos fundamentais**. In: Congresso Florestal Brasileiro, 8., 2003, São Paulo. Anais... São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS); Brasília: Sociedade Brasileira de Engenheiros Florestais (SBEF), 2003.

APHA, AWWA, WEF. **Standard methods for examination of water and wastewater**. American Public Health Association, Washington D.C, 16a .Ed. 1999, 1134 p. 6.

ARAUJO, Gustavo Henrique de Souza; ALMEIDA, Josimar Ribeiro de; GUERRA, Antonio José Teixeira. **Gestão Ambiental de áreas degradadas**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010.

BARRA DO RIO AZUL. Lei nº 1200/2013. **Plano Municipal de Saneamento Básico no município de Barra do Rio Azul**. Disponível em <

<https://leismunicipais.com.br/legislacao-municipal/3907/leis-de-barra-do-rio-azul./>> Acesso em Abril de 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria MS Nº 2914 de 12/12/2011 (Federal)** - Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Acesso 06/06/2024.

BARBOUR, M. T. et al. **Rapid Bioassessment Protocols for Use in Streams and Wadeable Rivers: Periphyton, Benthic Macroinvertebrate and Fish**. 2. ed. EPA 841-B-99-002. U.S. Environmental Protection Agency Office of Water, Washington, D.C. 1999.

BRASIL, Agência Nacional Das Águas (ANA). **Panorama da Qualidade das Águas Superficiais no Brasil**, Caderno de Recursos Hídricos, Brasília, SPR. 2005.

BRASIL, Agência Nacional de Águas. **Cobrança pelo uso de recursos hídricos..** Brasília: ANA, 2014. 80 p. (Caderno de Capacitação em Gestão de Recursos Hídricos ; v.7). ISBN: 978-85-89629-97-3.

BRASIL, Agência Nacional das Águas (ANA). **Portal da qualidade das águas**. Disponível em: <<https://portalpnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx/default.aspx>>. Acesso em 11/04/2023.

BRASIL. Lei Federal n.º12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília, DF, 2012. Acesso em 18/05/2024.

BRASIL. Lei 4771/1965. **Código Florestal Brasileiro** [on line]. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br/ccivil03/leis/L4771.htm>>

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. Fundação Nacional de Saúde. Departamento de Saúde Ambiental. **Manual Prático de Análise de Água**. 4ª edição Brasília, 2013.

BRASIL, MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021**.

BRASIL, Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM). Disponível em <<https://geoportal.cprm.gov.br/pronasolos/>>. Acesso em 12/06/2023.

BRASIL, **Resolução CONAMA no 357**. Diário Oficial da União, Brasília, 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente.

CETESB (São Paulo) Qualidade das águas superficiais no estado de São Paulo 2014. CETESB. São Paulo : CETESB, 2015.

COSTA, Tailson Pires; PERIN, Ana Carolina da Mota. **A gestão dos recursos hídricos no Brasil**. Universidade Metodista de São Paulo, Revista do Curso de Direito, 2004. Disponível em: <https://www.metodista.br/revistas/revistas-metodista/index.php/RFD/article/view/499>. Acesso em 10/01/2023.

CUNHA-SANTINO, M B., BIANCHINI JR, I, 2010. **Ciências do ambiente: conceitos básicos em ecologia e poluição**. EdUFSCar, São Carlos, 179 p.

DETONI, T, L.; DONDONI, P. C.; PADILHA, A. E. **A escassez da água. Um olhar global sobre a sustentabilidade e a consciência acadêmica**. Paraná: ENEGEP, 2007. Disponível em http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr650479_9043.pdf. Acesso 17 de março de 2024.

E-LICENCIE. Calculadora Ambiental, 2023. Disponível em <<https://app.e-licencie.com.br/calculadora/#>>. Acesso em 1/9/2023.

FEPAM - FUNDAÇÃO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE, Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler 1999, **Qualidade das águas do rio dos Sinos**. Porto Alegre, Fepam 1999, 49 p.

FEPAM. **Regiões Hidrográficas**. Disponível em http://www.fepam.rs.gov.br/qualidade/regiao_uruguai.asp. Acesso em maio de 2023.

GONÇALVES, Elano Mário. **Avaliação da qualidade da água do rio Uberabinha – Uberlândia – MG**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, programa de pós – graduação em tecnologia dos processos químicos e bioquímicos. Rio de Janeiro, Agosto de 2009.

JORNAL BOA VISTA. Emanuele, Carla. **UFFS desenvolve estudo para contenção de enchentes em Barra do Rio Azul**. Reportagem. Disponível em: <<https://jornalboavista.com.br/uffs-desenvolve-estudo-para-contencao-de-enchentes-em-barra-do-rio-azul/>>. Acesso em 07/06/2024.

KUINCHTNER, Angélica; BURIOL, Galileo Adeli. **Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite**. *Disciplinarum Scientia| Naturais e Tecnológicas*, v. 2, n. 1, p. 171-182, 2001.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. Campinas: Átomo, 2005.

LÔNDERO, E.; GARCIA, C. Sovergs. Site Higienistas, 2010. Disponível em: <<http://www.sovergs.com.br/site/higienistas/trabalhos/10474.pdf>>. Acesso em: 01/ Abril 2024.

LUNARDI, James; RABAIOLLI, Joel Albino. **Valorização e preservação dos recursos hídricos na busca pelo desenvolvimento rural sustentável**. *Okara: Geografia em debate*, v. 7, n. 1, 2013.

MORAES, P.B. **Tratamento Biológico de Efluentes Líquidos/ Tratamento Físico-Químico de Efluentes Líquidos**. Curso Superior de Tecnologia em Saneamento Ambiental, CESET/UNICAMP, 2008.

PÁDUA, Valter Lúcio de. **Abastecimento de água para consumo humano**. Brasil, UFMG, 2006.

PORTO, M. F. A. **Sistemas de Gestão de Qualidade das Águas, uma proposta para o caso brasileiro**. Tese de Livre Docência, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, São Paulo. 2002.

REICHERT, JOSÉ MIGUEL et al. **Fundamentos da ciência do solo**. *Universidade Federal de Santa Maria*, 2007.

RODRIGUES, V.A. **Morfometria e mata ciliar da microbacia hidrográfica**. In: Rodrigues VA, Starzynski R, organizadores. *Workshop em manejo de bacias hidrográficas*. Botucatu: FEPAF:FCA:DRN; 2004.

SILVA, G. J. F da; ALMEIDA, N. V. **Degradação ambiental no município de Parari PB: uma análise por meio de sensoriamento remoto**. *Revista Geografar*, Curitiba, v.10, n.2, p.140-164, dez .2015.

SILVEIRA, T.; REGO, N.A.C.; SANTOS, J.W.B.; ARAÚJO, M.S.B. (2014). **Qualidade da Água e Vulnerabilidade dos Recursos Hídricos Superficiais na Definição**

das Fragilidades Potencial e Ambiental de Bacias Hidrográficas. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 7, n. 4, p. 643-652.

SIOUT – **Sistema de Outorga de Água do Rio Grande do Sul.** 2023, disponível em <http://www.siout.rs.gov.br/>. Acesso em 12/04/2023.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e aplicação.** Porto Alegre: Ed. da Universidade: ABRH: EDUSP. 1993. 943 p.

VALENTE, O. F.; GOMES, M. A. **Conservação de nascentes: Hidrologia e Manejo de Bacias Hidrográficas de Cabeceiras.** 2005.

VICTORINO, C. J. A. **Planeta água morrendo de sede: uma visão analítica na metodologia do uso e abuso dos recursos hídricos.** Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007. Disponível em <<http://www.pucrs.br/edipucrs/online/planetaagua.pdf>> Acesso em 17 maio de 2024.

VOGEL, Arthur Israel. **Química analítica qualitativa** / Tradução: Antonio Gimeno da / 5. ed. rev. G. Svehla. Editora Mestre Jou, São Paulo, p.271, 1981.

VON SPERLING, M. **Estudos de modelagem da qualidade da água de rios.** Belo Horizonte: UFMG, 2007. Vol. 7. 452 p.

ZHANG, Z.; TAO, F.; DU, J.; SHI, P.; YU, D.; MENG, Y. et al. **Surface water quality and its control in a river with intensive human impacts: a case study of the Xiangjiang River, China.** *Journal of Environmental Management*, v. 91, p. 2483–2490, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2010.07.002>.

ANEXOS

Anexo 1 Modelo do relatório gerado pela calculadora ambiental e-licencie.

~ Criado com Calculadora Ambiental da e-licencie ~

AVALIAÇÃO DETALHADA DOS RESULTADOS - IQA

Azteca Software LTDA

APRESENTAÇÃO

Diversas leis e portarias são utilizadas para comparar e monitorar a qualidade da água classificando-as em adequadas para consumo ou não. Sendo que após essa avaliação a mesma passa por uma série de tratamentos.

E como forma de tratamento e avaliação, temos o Índice de Qualidade da água (IQA). Ele foi desenvolvido para avaliar a qualidade da água bruta visando seu uso para abastecimento público (após tratamento). Sendo que, os parâmetros utilizados no cálculo do IQA são em sua maioria indicadores de contaminação causada pelo lançamento de esgotos domésticos. Logo abaixo, temos uma avaliação detalhada de cada parâmetro.

DESCRIÇÃO DOS PARÂMETROS DO IQA

Oxigênio Dissolvido (OD)

Oxigênio Dissolvido (OD) é um fator limitante para manutenção da vida aquática e de processos de autodepuração em sistemas aquáticos naturais e estações de tratamento de esgotos.

Sendo que suas concentrações são expressas em mg/L, podendo também serem registradas em porcentagem de saturação (quantidade de oxigênio contido em 1L de água relativo ao nível total de oxigênio que a água pode reter naquela temperatura).

Esse parâmetro é importante na avaliação da qualidade das águas, uma vez que o oxigênio, está envolvido praticamente em todos os processos químicos e biológicos.

Em outras palavras, deve-se monitorá-lo e considerá-lo no cálculo do IQA, pois a descarga em excesso de material orgânico na água pode resultar no esgotamento de oxigênio do sistema onde, exposições prolongadas a concentrações abaixo de 5mg/L podem não matar alguns organismos presentes, mas aumenta a susceptibilidade ao estresse.

~ Criado com Calculadora Ambiental da e-licencie ~

Já, exposição abaixo de 2 mg/L podem levar à morte a maioria dos organismos.

Coliformes termotolerantes

A portaria 2914/2011 limita que para consumo humano a água deve apresentar ausência de 100 ml de coliformes termotolerantes/fecais, ou seja, limites acima desse valor consideram a água imprópria para consumo.

Essas bactérias ocorrem no trato intestinal de animais de sangue quente e são indicadoras de poluição por esgotos domésticos. Elas não são patogênicas (não causam doenças) mas sua presença em grandes números indicam a possibilidade da existência de microrganismos patogênicos que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica (ex: desintéria bacilar, febre tifóide, cólera).

Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH refere-se a concentração de íons de hidrogênio (H⁺) e serve para medir o grau de acidez, neutralidade ou alcalinidade de determinada solução de forma que dependendo do seu valor pode ou não afetar a vida aquática.

Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO_{5,20})

A DBO refere-se a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica presente na água decomposição microbiana aeróbia.

Ela pode ser calculada considerando DBO_{5,20}. A DBO_{5,20} é a quantidade de oxigênio consumido durante 5 dias em uma temperatura de 20°C.

Valores altos de DBO_{5,20}, num corpo d'água são provocados geralmente pelo lançamento de cargas orgânicas, principalmente esgotos domésticos.

Uma vez que, a ocorrência de altos valores deste parâmetro causa uma diminuição dos valores de OD na água, o que pode provocar mortandades de peixes e eliminação de outros organismos aquáticos.

Temperatura da água (Variação de Temperatura)

~ Criado com Calculadora Ambiental da e-licencie ~

Esse parâmetro é importante para os peixes, sendo que a tolerância a temperaturas extremas depende da espécie, do estágio de desenvolvimento e do período de aclimação a que foram submetidos os organismos.

Uma vez que, influenciam vários parâmetros físico-químicos da água, tais como a tensão superficial e a viscosidade.

Nitrogênio Total

O nitrogênio Total presente na água, refere-se ao: nitrogênio orgânico, amoniacal (forma reduzida), nitrito e nitrato (forma oxidada). A forma reduzida e a forma oxidada referem-se a idade da poluição, onde se for coletada uma amostra de água de um rio poluído e as análises demonstrarem predominância das formas reduzidas significa que o foco de poluição se encontra próximo; se prevalecer nitrito e nitrato, ao contrário, significa que as descargas de esgotos se encontram distantes.

Outro detalhe, é que sua presença na água ocorre devido a contaminação por esgoto, efluentes industriais, contaminação por agrotóxicos dentre outros.

Fósforo Total

A contaminação por fósforo ocorre da mesma forma que a do nitrogênio, onde seu excesso pode causar a eutrofização das águas.

Turbidez

A turbidez indica o grau de atenuação que um feixe de luz sofre ao atravessar a água. Esta atenuação ocorre pela absorção e espalhamento da luz causada pelos sólidos em suspensão (silte, areia, argila, algas, detritos, etc.) (SOUZA, 2019).

A principal fonte de turbidez é a erosão dos solos, quando na época das chuvas as águas pluviais trazem uma quantidade significativa de material sólido para os corpos d'água; mineração, lançamento de esgotos e efluentes industriais.

Resíduo Total

Esse parâmetro refere-se ao material que permanece após a evaporação, secagem ou calcinação da amostra de água durante um determinado tempo e temperatura.

~ Criado com Calculadora Ambiental da e-licencie ~

Nitrogênio total	20,6	0,1	30,166	se N.T. > 100,0 q4 = 1.0
Fósforo total	5,9	0,1	9,708	se PO4-T > 10,0, q5 = 5.0
Turbidez	6	0,08	88,978	se Turbidez > 100,0 q7 = 5.0
Resíduo total	10	0,08	79,426	se R.T. > 500,0 q8 = 32.0

* Aqui pode ser inserido o valor com suas respectivas unidades.

Resultado IQA

IQA 52,23

Resultado IQA

Conforme faixas de IQA utilizadas nos estados de AL, MG, MT, PR, RJ, RN, RS a qualidade está classificada como Razoável.

Conforme faixas de IQA utilizadas nos estados de A BA, CE, ES, GO, MS, PB, PE, SP a qualidade está classificada como Razoável.